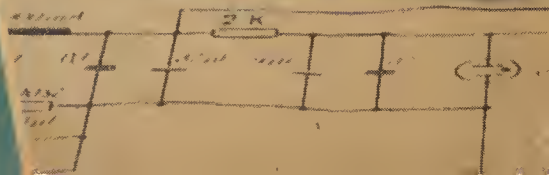
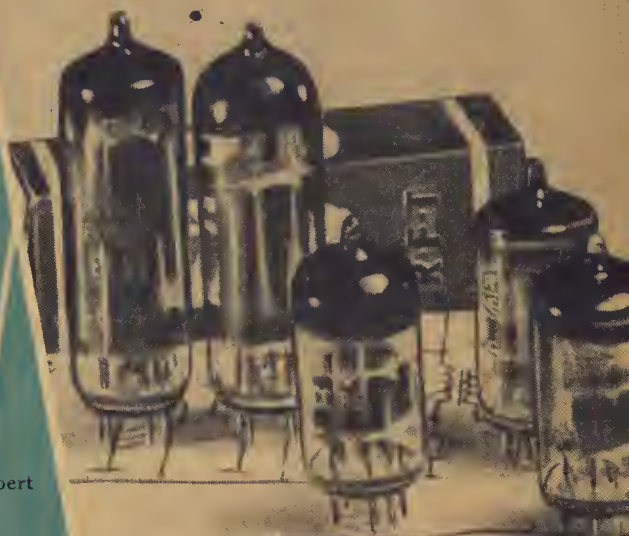


# DER PRAKTISCHE FUNKAMATEUR

## 13

K.-H. Schubert

**Miniatur-  
röhren  
und ihre  
Schaltungs-  
technik**





**Der praktische Funkamateurl · Band 13**  
**Miniaturröhren und ihre Schaltungstechnik**



KARL-HEINZ SCHUBERT

# Miniaturröhren und ihre Schaltungstechnik



VERLAG SPORT UND TECHNIK · 1960

Redaktionsschluß: 30. September 1959

Herausgegeben vom Verlag Sport und Technik, Neuenhagen bei Berlin

Alle Rechte vorbehalten

Gedruckt in der Deutschen Demokratischen Republik

Lizenz-Nr.: 545/10/60 5/1 1487

## VORWORT

Die Elektronenröhre ist der Schlüssel zur modernen Nachrichtentechnik und industriellen Elektronik. Sie erlangt gegenwärtig bei der Automatisierung verschiedener Zweige der Produktion hervorragende Bedeutung. Ihre Verwendung trägt dazu bei, in unserer Republik die Arbeitsproduktivität zu steigern und damit den Lebensstandard der Bevölkerung zu erhöhen. Daraus ergibt sich, daß der Kenntnisvermittlung auf dem Gebiet der Elektronik künftig eine große Bedeutung zukommt. Die Kenntnisse über die Anwendungsmöglichkeiten der Elektronenröhren müssen ebenso Allgemeingut werden, wie es die Kenntnisse über die Kraftfahrzeugtechnik schon heute geworden sind.

Die fortschreitende Entwicklung der Technik hat auch auf dem Gebiet der Elektronenröhren ständig zu neuen Konstruktionen geführt. Diese Entwicklung richtete sich bei den Elektronenröhren vor allem auf die Verkleinerung des Volumens, auf die Verringerung der Heizleistung und auf die Verbesserung der Verstärkereigenschaften. Die Entwicklung der Miniaturröhren kann als ein bestimmter Abschluß auf dem Röhrengebiet angesehen werden. In vielen Anwendungsgebieten beginnt heute bereits der Transistor die Elektronenröhre erfolgreich zu verdrängen.

Um den Praktiker, vor allem den Funkamateurler und den Radiobastler, mit der Anwendung der Miniaturröhren vertraut zu machen, behandelt die vorliegende Broschüre die Eigenschaften und die Schaltungstechnik der Miniaturröhren. Röhrenkennlinien und vollständige Röhrendaten wurden vom Autor bewußt nicht angegeben. Diese Werte entnimmt der interessierte Leser besser den Röhrentaschenbüchern und Kennlinien-Blättern, die von den volkseigenen Röhrenwerken der Deutschen Demokratischen Republik herausgegeben werden. Es wurden daher in dieser Broschüre nur die wichtigsten Röhrendaten aufgenommen.

Die vorliegende Broschüre soll in erster Linie zeigen, wie Miniaturröhren in der Rundfunktechnik praktisch angewendet

werden. Der Leser findet zahlreiche Scholtbeispiele, die eingehend erläutert sind. Es wurden nur solche Minioturröhren aufgenommen, die vor allem in AM/FM-Empfängern und in der NF-Verstörkerteknik Verwendung finden. Batterie- und Fernsehröhren werden in entsprechender Form in anderen Broschüren behandelt.

Neuenhagen, im August 1959

K.-H. Schubert



## 1. EINLEITUNG

### 1.1 Entwicklung der Miniaturröhren

Es sind mehr als fünfzig Jahre vergangen, seit die Elektronenröhre in der Nachrichtentechnik eingeführt wurde. Während sie anfangs nur dazu diente, schwache Fernsprechstrome zu verstärken, hat sie sich heute ein weites Anwendungsgebiet erobert.

Die ständige und stürmische Entwicklung auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik brachte eine Unzahl von Röhrentypen hervor. Die in Deutschland bekanntesten Röhrentypen waren die Fünfpol-Stiftrohren (RE-Serie) und die harmonischen Röhren (Stahlrohren-Serie). Um einer Röhreninflation zu begegnen, wurden universell verwendbare Elektronenröhren entwickelt. Als besonders typisch können hier die Universalpentode RV 12 P 2000 und die Triode LD 1 angesehen werden. Zur Herstellung dieser Röhren wurde erstmals eine Technologie angewandt, die einer wirtschaftlichen Massenfertigung Rechnung trug. Diese Elektronenröhren erhielten keinen gesockelten Röhrenfuß; die Elektrodenanschlüsse wurden als Stifte in einen Preßglasterler eingepreßt. Aber nicht nur wirtschaftliche Probleme waren maßgebend für diese Entwicklung. Durch die Anwendung immer kürzerer Wellenlängen mußten auch die Elektronenröhren diesen hohen Frequenzen angepaßt werden. So konnten vor allem durch die Preßglastechnik die Elektrodenkapazitäten, die Zuführungsinduktivitäten und -kapazitäten verringert werden. Infolge der kleinen Elektrodenabstände konnte die Elektronenlaufzeit verkürzt und eine höhere Steilheit erzielt werden. Die Eingangs- und Ausgangswiderstände der Elektronenröhren bekamen dadurch auch bei hohen Frequenzen brauchbare Werte. Weitere Vorteile dieser Entwicklung liegen in der Verkleinerung der Abmessungen, wodurch eine erhebliche Raumersparnis erzielt wird.

Das vorläufige Endziel dieser Entwicklung ist die Miniaturröhre in ihren zahlreichen Ausführungen. Die Miniaturröhre

ist eine sockellose Allglas-Elektronenröhre mit sieben bzw. neun Stiften und einem Kolbendurchmesser von 19 bzw. 22,2 mm (Bild 1). Die sieben Stifte sind auf einem Teilkreis-

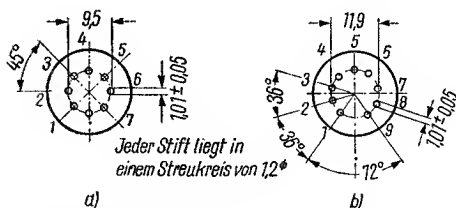


Bild 1. Anordnung der Sockelstifte von Minioturröhren mit a) sieben und b) neun Stiften

durchmesser von 9,5 mm mit einem Winkelabstand von  $45^\circ$  angeordnet. Die neun Stifte liegen auf einem Teilkreisdurchmesser von 11,9 mm mit einem Winkelabstand von  $36^\circ$ . Der bei der Teilung übrigbleibende Platz wurde freigelassen, damit die Röhre nur auf eine eindeutig definierte Weise in die Röhrenfassung gesteckt werden kann. Die Kolbenlänge richtet sich nach der Länge des Systems. Sie schwankt zwischen 38,1 mm und 76,2 mm (Bild 2). Ihren Nomen erhielten

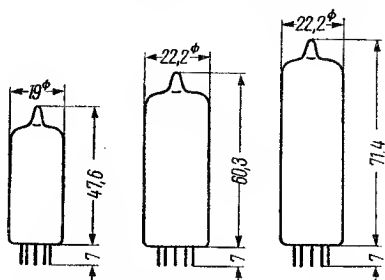


Bild 2. Maße verschiedener Röhrenkolben a) EC 92 b) EF 85 c) EL 84

die Minioturröhren wegen der geringen äußeren Abmessungen. Sie ermöglichen, funktechnische Geräte enger und kompakter zu konstruieren. Bild 3 zeigt die System-

querschnitte verschiedener Elektronenröhren. Man erkennt dabei deutlich die Vorteile der Miniaturröhre. Tabelle I zeigt einen Vergleich der Daten dreier gleichwertiger Elektronenröhren verschiedener Entwicklungsstufen, die deutlich für die Miniaturröhre sprechen.

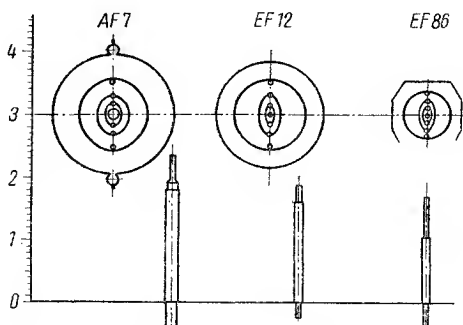


Bild 3. Systemquerschnitt der AF 7, EF 12, EF 86

Tabelle I

	AF 7	EF 12	EF 86
Valumen (cm <sup>3</sup> )	85	35	16
Heizleistung (Watt)	2,6	1,26	1,26
Anodenspannung (Volt)	250	250	250
Schirmgitterspannung (Volt)	100	100	140
Gittervorspannung (Volt)	-2	-2	-2
Anodenstrom (mA)	3	3	3
Steilheit (mA/V)	2,1	2,1	2,0
Innenwiderstand (MOhm)	2	1,5	2,5

Setzt man die Katodenoberfläche der AF 7 gleich 100 Prozent, so beträgt sie bei der EF 12 nur 47 Prozent und bei der EF 86 sogar nur 30 Prozent. Der Gitter-Katoden-Abstand bei der AF 7 beträgt 0,32 mm, bei der EF 12 dagegen 0,2 mm und bei der EF 86 nur noch 0,12 mm. Es ist daher nicht ver-

wunderlich, wenn dieser Abstand bei modernen, steilen Pentoden in der Größenordnung von 50 bis 60  $\mu$  liegt.

Die Röhrensysteme der Minioturröhren sind so aufgebaut, daß sie sich im Röhrenkolben selbst halten; sie sind dadurch robust und wenig stör anfällig. Die Stifte für die Elektrodenanschlüsse bestehen aus reinem Nickel. Da diese Nickelstifte weich und biegsam sind, besteht wenig Gefahr, daß im Preßglossboden Sprünge auftreten. Die Oberfläche der Nickelstifte kann nicht oxydieren, dadurch sind Störerscheinungen in elektrischer Hinsicht ausgeschlossen. Durch die Montage des Röhrensystems unmittelbar auf dem Preßteller ergeben sich sehr kurze Elektrodenzuführungen. Das ist besonders wichtig für die Anwendung im UKW-Bereich.

Zur Vermeidung von Röhrenschäden durch unsachgemäße Behandlung muß man folgendes beachten:

- a) Die freien Kontakte an Röhrenfassungen soll man möglichst nicht beschützen. Auf keinen Fall darf man das bei Kontakten an Röhrenfassungen, die in Röhrensockelschaltbildern mit „i.V.“ bezeichnet sind. An diesen Kontakten liegen innere Verbindungen des Röhrensystems.
- b) Um Glosschäden zu vermeiden, sind die Röhrenfassungen eventuell unter Verwendung von Phantomsteckern so zu verdrahten, daß die Beweglichkeit der Fassungsfedern nicht beeinträchtigt wird. Die Federn dürfen dabei nicht verkantet werden, weil sonst beim Einführen der Röhren Querkräfte auf die Kontaktstifte entstehen, die zu Glossprüngen führen können.
- c) Die Röhren müssen mit der Hand senkrecht zur Fassung ein- und ausgeführt werden (keine Werkzeuge verwenden).
- d) Die Sockelfedern dürfen auf keinen Fall obgewinkelt werden.
- e) Beim Anlöten ist darauf zu achten, daß die beweglichen Anschlüsse nicht durch unsachgemäßes Verzinnen steif werden.

- f) Die weichen Stifte der Röhren verbiegen sich sehr leicht, können aber im allgemeinen ohne Schaden nachjustiert werden.
- g) Grundsätzlich können die Miniaturröhren in beliebiger Lage eingebaut werden. Bei hoher Nachverstärkung wird jedoch empfohlen, die Röhren möglichst senkrecht einzubauen, da sie in dieser Lage in bezug auf Klingneigung wesentlich unempfindlicher sind.
- h) Bei horizontaler und hängender Anordnung muß dafür Sorge getragen werden, daß sich die Röhren nicht von selbst aus der Fassung lösen können.
- i) Die Halterungen sowie die Abschirmungen der Röhren müssen so beschaffen sein, daß sie die Luftzirkulation um die Röhren und damit die Abstrahlung der Verlustwärme nicht verhindern.
- k) Bei direkt geheizten Röhren in horizontaler Gebrauchslage müssen die Heizfäden in einer senkrechten Ebene liegen.

## 1.2 Röhren für Parallelheizung (Wechselstromröhren)

Die Heizfäden der Wechselstromröhren werden vorwiegend in Parallelschaltung betrieben. Der Heizfaden wird deshalb für eine Heizspannung von 6,3 V ausgelegt. Nur bei den Doppeltriaden ECC 81, ECC 82 und ECC 83 besitzt der Heizfaden eine herausgeführte Mittelanzapfung, so daß die Röhren wahlweise mit einer Heizspannung von 6,3 V oder 12,6 V geheizt werden können. Der Heizstrom bei Wechselstromröhren in Miniaturausführung liegt zwischen 150 mA und 1 A.

Die Art der Heizung erkennt man bereits an der Röhrenbezeichnung. Bei Wechselstromröhren ist der erste Kennbuchstabe der Röhrenbezeichnung ein „E“, z. B. EF 80, ECH 81 oder EL 84. Der zweite Kennbuchstabe bezeichnet die Art des Röhrensystems, also z. B. Diode, Triode, Pentode usw. Folgende Tabelle gibt eine entsprechende Übersicht.

Tabelle II

Kennbuchstabe	Art des Röhrensystems
A	Diade
B	Dappeldiade
C	Triade
CC	Doppeltriade
F	Pentade
H	Heptade
L	Endpentade
M	Abstimmanzeigeröhre
Y	Einweg-Netzgleichrichter
Z	Zweiweg-Netzgleichrichter

Bei der Parallelschaltung der Heizfäden der Wechselstramröhren liegen diese entweder an einer oder an mehreren Heizwicklungen eines Netztransfarmatars. Die Heizwicklung ist dabei für eine Heizspannung van 6,3 V ausgelegt. Sa muß nur darauf geachtet werden, daß die Heizwicklung für die benötigte Stramstärke dimensioniert ist. Hat man z. B. in einem Rundfunkempfänger einen Röhrensatz mit den Röhren ECC 85, ECH 81, 2 · EF 89, EABC 80, EL 84, EZ 80 und zwei Skalenlampen zu heizen, sa muß die Heizwicklung für eine Stramstärke van etwa 3,5 A dimensioniert sein (Bild 4). Eine Addition der Stramstärken der einzelnen Röhrenfäden ergibt

ECC 85	380 mA
ECH 81	300 mA
EF 89	200 mA
EF 89	200 mA
EABC 80	450 mA
EL 84	760 mA
EZ 80	600 mA
2 Skalenlampen	600 mA

$$3490 \text{ mA} = 3,49 \text{ A}$$

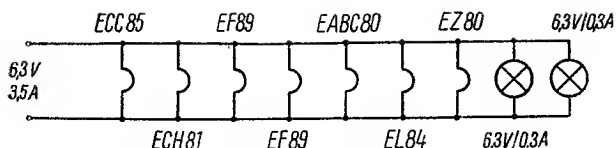


Bild 4. Heizkreis eines Wechselstromempfängers

Bei den Wechselstramröhren der Miniatur-Serie wird die indirekte Heizung angewandt. Dabei sind Katode und Heizfaden getrennt, und der Heizfaden dient nur dazu, die Katode auf die entsprechende Glühtemperatur aufzuheizen. Durch die elektrische Trennung von Katode und Heizfaden erzielt man ein wesentlich brummfreieres Arbeiten der Röhren. Das ist vor allem wichtig bei Niederfrequenzverstärkern. Bei einfachen Heizwicklungen erdet man daher einen Pol der Heizspannung. Bei Heizwicklungen mit Mittelanzapfung wird diese geerdet.

### 1.3 Röhren für Serienheizung (Allstromröhren)

Da Allstromröhren sowohl mit Gleichstrom als auch mit Wechselstrom betrieben werden sollen, kann für die Heizfäden der Miniaturröhren nur die Serienschaltung angewandt werden. Dadurch bedingt sind die Heizfäden für eine bestimmte Stromstärke abgeglichen. Für die Rundfunkröhren hat sich eine Stromstärke von 100 mA durchgesetzt. Sämtliche Röhrenheizfäden liegen bei der Serienschaltung in einem Stromkreis, in dem durch Vorschaltung eines Vorwiderstandes eine Stromstärke von 100 mA fließt. Sobald ein Heizfaden durchbrennt, wird keine Röhre mehr geheizt, weil der gesamte Stromkreis unterbrochen ist. Besonders häufig brennen im Allstromempfänger die Heizfäden der Skalenlampen durch. Man schaltet daher in den Heizstromkreis einen Heißleiter ein, der den niedrigen Widerstand der kalten Röhrenheizfäden beim Einschalten kompensiert. Durch den Einschalt-Stromstoß können dann die Skalenlampen nicht so schnell durchbrennen. Während die Röhrenheizfäden im kalten Zustand einen kleineren Widerstand besitzen als im glühenden Zustand, zeigt der Heißleiter ein umgekehrtes Verhalten.

Auch bei den Allstromröhren erkennt man bereits an der Röhrenbezeichnung die Art der Heizung. Bei Allstromröhren ist der erste Kennbuchstabe der Röhrenbezeichnung ein „U“, z. B. UCC 85, UF 89, UL 84 usw. Für den zweiten und dritten Kennbuchstaben gilt das bereits im varigen Abschnitt Gesagte.

Für einen Röhrensatz mit den Röhren UCH 81, UBF 80, UCL 81, UY 85, mit 2 Skalenlampen van je 18 Valt und

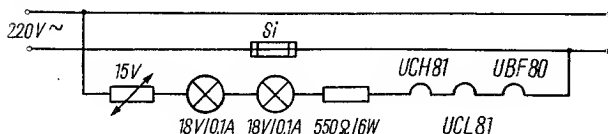


Bild 5. Heizkreis eines Allstromempfängers

einem Heißeiter von 15 V benötigt man eine Heizspannung van 165 V (Bild 5). Man erhält diese Heizspannung durch Addition der einzelnen Heizspannungen:

UCH 81	19 V
UBF 80	19 V
UCL 81	38 V
UY 85	38 V
2 Skalenlampen	36 V
Heißeiter	15 V
	165 V

Bei einer Netzspannung von 220 V muß dann die Differenzspannung  $\Delta U = 220 \text{ V} - 165 = 55 \text{ V}$  durch einen Varwiderstand in Wärme umgesetzt werden. Nach dem Ohmschen Gesetz besitzt dieser Vorwiderstand  $R_V$  einen Wert van

$$R_V = \frac{\Delta U}{I_H} = \frac{55}{0,1} = 550 \text{ Ohm.}$$

Nach der Leistungsfarmel muß er für folgende Belastbarkeit dimensioniert werden

$$N = I_H \cdot R_V = 0,1^2 \cdot 550 = 5,5 \text{ W.}$$



Übersteigt bei größeren Röhrenzahlen die benötigte Heizspannung die Netzspannung, so müssen zwei Heizstromkreise vorgesehen werden.

Bei einem Röhrensatz für Serienheizung (Allstromgeräte) muß die Reihenfolge der in Serie geschalteten Heizfäden beachtet werden. Die Röhre, in der die Niederfrequenzgleichrichtung erfolgt, muß mit einem Heizfadenkontakt unbedingt an Masse liegen, sonst ist der niederfrequente Brumm, der aus der Spannungsdifferenz zwischen Heizfaden und Katode resultiert, nicht zu beseitigen. Die Netzgleichrichterröhren liegen mit ihrem Heizfaden dem höchsten Netzpotential am nächsten, um auch hier die Spannungsdifferenz zwischen Heizfaden und Katode klein zu halten.

#### 1.4 Benutzung von Röhrentabellen

Die einzelnen Daten und Sockelschaltbilder der Elektronenröhren sind in den Röhrentabellen zu finden, die in den weitestgehend meisten Fällen von den Röhrenherstellern herausgegeben werden. Falls man sie von dort nicht beziehen kann, gibt es noch ein zweibändiges Röhrentaschenbuch von Beier, das im Fachbuchverlag erschienen ist. Für den Entwicklungsingenieur der Industrie gibt die Abteilung „Technische Unterlagen“ des VEB Werk für Fernmeldewesen in Berlin-Oberschöneweide ein Ringbuch mit den technischen Röhrendaten und den Kennlinien der einzelnen Röhren heraus. In den Röhrentabellen unterscheidet man zwischen folgenden Angaben:

- a) Die **Heizdaten**, und zwar Heizspannung und Heizstrom, sind möglichst genau einzuhalten, da sonst eine erhebliche Minderung der Lebensdauer eintreten kann. Bei Parallelheizung soll die Heizspannung nicht mehr als um  $\pm 10$  Prozent schwanken.
- b) Die **statischen Daten** stellen Mittelwerte von neuen Röhren dar; mit kleinen Abweichungen von diesen Werten ist zu rechnen. Die Austauschbarkeit von Röhren gleichen Typs bleibt jedoch erhalten.
- c) Die **Betriebsdaten** geben die günstigsten Einstellungen der Röhren für die betreffenden Anwendungsgebiete

an. Es empfiehlt sich eine möglichst enge Anlehnung an die angegebenen Einstellungen. Bei Abweichungen hiervon muß auf die sichere Einhaltung der Grenzwerte geachtet werden.

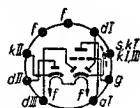
- d) Die **Grenzwerte** dürfen mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit und Lebensdauer der Röhren auf keinen Fall überschritten werden, andernfalls erlischt jeder Garantieanspruch.
- e) Die **Kapazitätsdaten** sind, soweit nicht anders angegeben, mittlere Werte.

## 2. ANWENDUNG DER WECHSELSTROMRÖHREN

### 2.01 Dreifachdiode – Triode EABC 80

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 450 mA



#### Betriebswerte Diaden

$U_{DI}$	10 V
$I_{DI}$	2 mA
$R_{i/I}$	5 kOhm
$U_{D II/III}$	5 V
$I_{D II/III}$	25 mA
$R_{i II/III}$	200 Ohm

#### Grenzwerte Diaden

$U_{sperr I}$	350 V
$i_{max I}$	6 mA
$I_{Dmax I}$	1 mA
$U_{sperr II/III}$	350 V
$i_{max II/III}$	75 mA
$I_{Dmax II/III}$	10 mA

#### Betriebswerte Triade

$U_a$	250 V
$U_g$	-3 V
$I_a$	1 mA
$S$	1,2 mA/V
$D$	1,43 Prozent
$\mu$	70
$R_i$	58 kOhm
$R_a$	100 kOhm
$R_g$	1 MOhm
$R_k$	0 Ohm
$V$	51 fach

#### Grenzwerte Triode

$U_{ao}$	550 V
$U_a$	300 V
$N_a$	1 W
$I_k$	5 mA
$U_{f/k}$	150 V
$R_{f/k}$	20 kOhm
$R_g$	22 MOhm

#### Kapazitäten

$C_e$	1,9 pF
$C_a$	1,4 pF
$C_{g/a}$	2,3 pF

Die Röhre EABC 80 enthält drei Diodensysteme und ein Triodensystem in einem gemeinsamen Röhrenkolben. Da zwei getrennte Katoden vorhanden sind, wird die EABC 80 zur Demodulation der frequenzmodulierten Zwischenfrequenz im UKW-Teil eines Rundfunkempfängers verwendet. Zu diesem Zweck sind zwei Dioden (II und III) niederohmig ausgeführt. Die Diode I ist hochohmig und dient zur AM-Demodulation. Da für die AM-Demodulation nur eine Diode zur Verfügung steht, ist es nicht möglich, eine verzögerte Regelspannung zu erzeugen. Für diesen Zweck müßte eine Diode zusätzlich vorgesehen werden.

Das Triodensystem der Röhre EABC 80 mit einem ziemlich hohen Verstärkungsfaktor wird zur Niederfrequenzverstärkung mit RC-Kopplung herangezogen. Die Gittervorspannung für das Triodensystem könnte man halbautomatisch durch einen Widerstand im Anodenstromkreis des Empfängers erzeugen. Wesentlich einfacher ist allerdings das meist angewendete Verfahren, den Spannungsobfall durch den Gitteranlaufstrom an einem sehr großen Gitterableitwiderstand auszunutzen. Man verwendet dafür einen Gitterableitwiderstand von etwa 10 bis 12 MOhm.

Während die AM-Demodulation durch die Diode I in bekannter Weise erfolgt, soll auf die Frequenzdemodulation näher eingegangen werden. Von den zahlreichen, bekannten Frequenzmodulationsschaltungen wie z. B. Phasen-Diskriminator (Foster-Seeley-Detektor), Gegentakt-Diskriminator und Verhältnisleichrichter (Ratio-Detektor) hat sich lediglich die letzte Schaltung durchgesetzt. Der Verhältnisleichrichter gibt zwar gegenüber dem Phasen-Diskriminator und dem Gegentakt-Diskriminator nur die halbe Demodulationsspannung ab, hat aber dafür den großen Vorteil, daß er eine automatische Begrenzerwirkung zeigt. Eine besondere Begrenzerröhre ist daher nicht in allen Fällen erforderlich.

Eine Begrenzung der frequenzmodulierten Zwischenfrequenzspannung ist aber notwendig, da der FM-Gleichrichter nur auf solche Frequenzschwankungen ansprechen soll, die durch Frequenzmodulation auftreten. Schwankungen der Amplitude der ZF-Spannung würden zusätzliche Störungen hervorrufen, die man durch eine Begrenzung der Amplitude

unterdrückt. Der Vorteil einer frequenzmodulierten UKW-Sendung liegt darin, daß die als Änderung der Amplitude auftretenden atmosphärischen oder anderen Störspannungen durch die Begrenzung unterdrückt werden.

Da bei der EABC 80 die Kotode geerdet werden muß, die zur AM-Diode und zur NF-Triode gehört, kann nur ein unsymmetrischer Verhältnisleichrichter verwendet werden. Diesen erkennt man an dem gemeinsamen Lastwiderstand für beide Dioden. Die NF-Spannung wird dabei zwischen dem Spulenmittelpunkt des Sekundärkreises des Bandfilters und der Masse abgenommen. Eine Regelspannung fällt über dem Elektrolytkondensator ab, die zur Rauschunterdrückung und zur Steuerung eines möglichen Auges angewandt werden kann. Bild 6 zeigt das Prinzipschaltbild eines unsymmetrischen Verhältnisleichrichters.

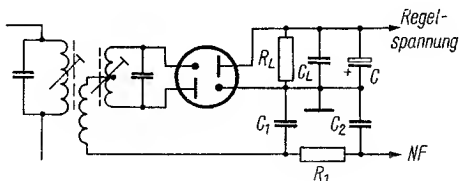


Bild 6. Prinzipschaltung eines unsymmetrischen Verhältnisleichrichters (Ratio-Detektor)

Da bei der Frequenzmodulation die hohen Frequenzen benachteiligt werden, erfolgt bei UKW-Sendern eine Voranhebung (Preemphasis) der höheren Modulationsfrequenzen. Laut Normung erfolgt diese Preemphasis mit einer Zeitkonstante von  $75 \mu s$ . Damit bei der Demodulation die höheren Frequenzen nicht übermäßig laut erscheinen, wird durch eine Deemphasis die Voranhebung der hohen Frequenzen rückgängig gemacht. Dazu dient das RC-Glied  $R_1 - C_2$  in Bild 6.

Eine vollständige AM-FM-Demodulationsschaltung zeigt Bild 7. Die AM-Demodulation weist keine Besonderheiten auf. Der Verhältnisleichrichter ist unsymmetrisch aufgebaut. Die Niederfrequenzspannung wird noch dem Deemphasisglied  $50 k\Omega - 500 pF$  entnommen. Die sich am Elko ( $6 \mu F$ ) auf-

bauende Spannung wird als Regelspannung zur zusätzlichen Regelung der als Begrenzer arbeitenden ZF-Röhre EF 89 herangezogen. Außerdem steuert diese Regelspannung das magische Auge.

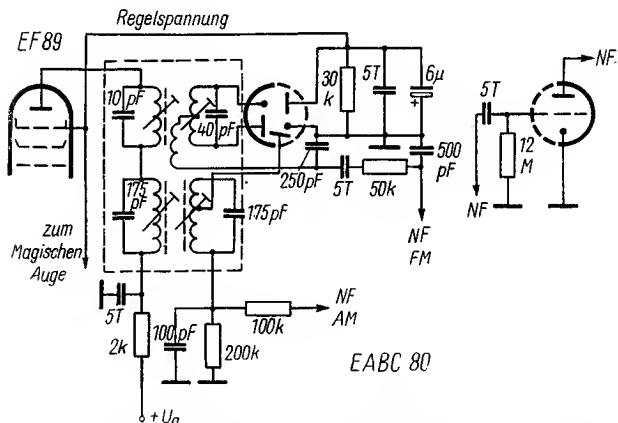
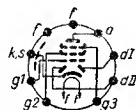


Bild 7. Demodulatorarteil und erste NF-Stufe des Rundfunkempfängers „Olympia 573 W“ (VEB Sachsenwerk Niedersedlitz)

## 2.02 Duodiode – Regelpentode EBF 80

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 300 mA



### Betriebswerte Diode

$U_D$	10	V
$I_D$	1,5	mA
$R_i$	6,7	kOhm

### Grenzwerte Diode

$U_{sperr}$	350	V
$i_{max}$	5	mA
$I_{D max}$	0,8	mA

### Betriebswerte Pentode

$U_a$	200	V
$U_{g2}$	85	V
$U_{g1}$	-2	V
$I_{a1}$	5	mA
$I_{g2}$	1,7	mA

### Grenzwerte Pentode

$U_{a0}$	550	V
$U_a$	300	V
$N_a$	1,5	W
$U_{g2}$	125	V
$N_{g2}$	0,3	W

S	2,2 mA/V	$I_k$	10 mA
$R_i$	1,4 MOhm	$U_{f/k}$	100 V
$R_k$	300 Ohm	Kapazitäten Pentode	
$R_{g2}$	70 kOhm	$C_e$	4,2 pF
$r_{\bar{a}}$	6,8 kOhm	$C_a$	4,9 pF
$r_e$	— kOhm	$C_{g/a}$	0,0025 pF

Die Röhre EBF 80 enthält zwei hochohmige Diadensysteme und ein regelbares Pentadensystem sowie eine allen Röhrensystemen gemeinsame Katode. Das Bremsgitter ist getrennt herausgeführt. Die beiden Diadensysteme werden zur AM-Demodulation und zur Regelspannungserzeugung verwendet. Da das Diadensystem II brumm-unempfindlicher ist, wird die Diode II zur AM-Demodulation herangezogen und die Diode I zur Regelspannungserzeugung. Das Pentadensystem kann sowohl als HF-, ZF- oder NF-Verstärker eingesetzt werden.

Bild 8 zeigt die Anwendung der Röhre EBF 80 als HF-Verstärkerröhre und als NF-Verstärkerröhre. Die Antenne wird über den Kondensator 100 pF direkt auf den Eingangskreis

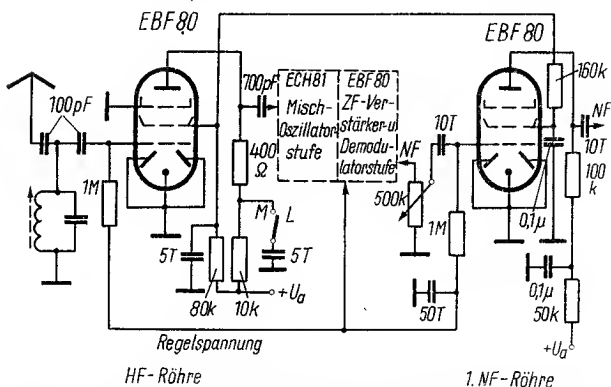


Bild 8. Anwendung der Röhre EBF 80 als HF-Verstärker und als NF-Verstärker (Autosuper „Schönburg“, VEB Funkwerk Halle)

gekoppelt. Das Steuergitter erhält über den Gitterbleitwiderstand 1 MOhm die Regelspannung (Rückwärtsregelung) zugeführt. Die noch der Demodulation erhaltene NF-Spannung wird über den Lautstärkeregler 500 kOhm und den Kondensator 10 TpF an das Steuergitter der NF-Verstörkerröhre geführt. Über den Gitterbleitwiderstand 1 MOhm erhält das Steuergitter ebenfalls die Regelspannung (Vorwärtsregelung). Um für die kombinierte Vorwärts- und Rückwärtsregelung eine möglichst geradlinige Regelcharakteristik zu erhalten, wird die Schirmgitterspannung für die NF-Verstörkerröhre über den Widerstand von 160 kOhm direkt vom Schirmgitter der HF-Verstörkerröhre abgenommen. Dadurch wird die verstärkte NF-Spannung weitgehend unabhängig von der Eingangsspannung des Empfängers.

Bild 9 zeigt eine Anwendung der Röhre EBF 80 als ZF-Verstörkerröhre, als Demodulator, Regelspannungserzeuger und NF-Verstörker. Um die Regelwirkung des ZF-Verstärkers zu verbessern, sind die Schirmgitter der Mischröhre und der ZF-Verstörkerröhre direkt gekoppelt und erhalten eine leicht gleitende Schirmgitterspannung durch den Spannungsteiler 20 kOhm/20 kOhm. Demodulation und Regelspannungserzeugung weisen keine Besonderheiten auf. Interessant ist

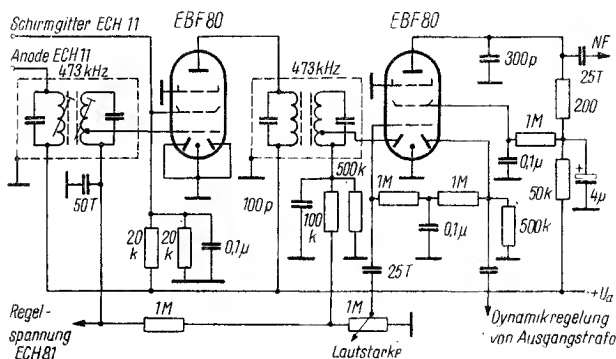


Bild 9. Anwendung der Röhre EBF 80 als ZF-Verstärker, Demodulator, Regelspannungserzeuger und NF-Verstärker (Exparsuper „66/58 W 207“, VEB Stern-Radio Sanneberg)

die Verwendung der zweiten Diodenstrecke und der damit verbundenen Regelung der NF-Röhre. Es wird eine NF-seitige Dynamikregelung angewandt, damit selbst bei voll aufgedrehtem Lautstärkeregler keine Übersteuerung des NF-Verstärkers möglich ist. Zu diesem Zweck besitzt der Ausgangstrafo eine besondere Wicklung, die über den Kondensator 5 TpF eine Wechselspannung an die Diode liefert. Die an dem Widerstand 500 k $\Omega$ m abfallende Gleichspannung wird über das Siebglied 1 MOhm – 0,1  $\mu$ F und den Gitterableitwiderstand von 1 MOhm an das Steuergitter der NF-Röhre geführt und regelt dessen Verstärkung. Benötigt man eine verzögerte Regelspannung, bei der die Verstärkungsregelung erst bei bestimmten Eingangsspannungen einsetzt, so wird für die Regelspannungserzeugung eine eigene Diodenstrecke benötigt, die eine negative Vorspannung erhalten muß. Bei der Röhre EBF 80 erhält man diese negative Vorspannung durch einen überbrückten Katodenwiderstand.

Bild 10 zeigt eine Schaltung für die Erzeugung einer verzögerten Regelspannung. Das Pentodensystem arbeitet als ZF-Verstärker. Das rechte Diodensystem arbeitet als AM-Demodulator in üblicher Weise. Die Regelspannungsdiode erhält die ZF-Spannung vom Primärkreis des letzten Band-

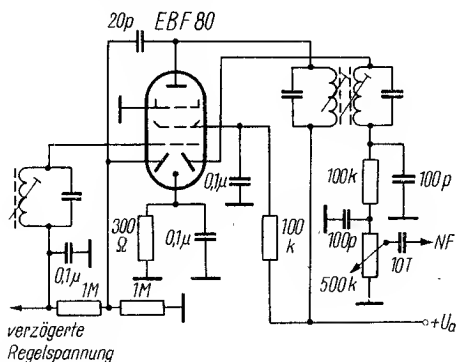


Bild 10. Schaltung der Röhre EBF 80 zur Erzeugung einer verzögerten Regelspannung

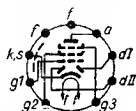


filters über den Kondensator von 20 pF. Die negative Vorspannung wird durch den Katodenstrom des Pentodensystems an der Katodenkombination 300 Ohm/0,1  $\mu$ F erzeugt. Die an dem 1-MOhm-Widerstand abfallende verzögerte Regelspannung wird über das Siebglied 1 MOhm/0,1  $\mu$ F den Steuergittern der zu regelnden Verstärkerröhren zugeführt.

### 2.03 Duodiode – Regelpentode EBF 89

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom etwa 300 mA



#### Betriebswerte Diode

$U_D$	6	V
$I_D$	1	mA
$R_i$	6	kOhm

#### Grenzwerte Diode

$U_{sperr}$	200	V
$i_{max}$	5	mA
$I_{Dmax}$	0,8	mA

#### Betriebswerte Pentode

$U_a$	250	V
$U_{g2}$	100	V
$U_{g1}$	-2	V
$I_a$	9	mA
$I_{g2}$	2,7	mA
$S$	3,8	mA
$R_i$	1	MOhm
$R_k$	160	Ohm
$R_{g2}$	50	kOhm
$r_{\bar{a}}$	4,2	kOhm
$r_e$	3,75	kOhm

#### Grenzwerte Pentode

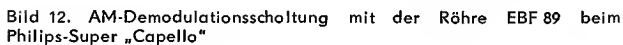
$U_{ao}$	550	V
$U_a$	300	V
$N_a$	2,25	W
$U_{g2}$	300	V
$N_{g2}$	0,45	W
$I_k$	16,5	mA
$U_{f/k}$	100	V

#### Kapazitäten Pentode

$C_e$	5	pF
$C_a$	5,2	pF
$C_{g/a}$	0,0025	pF

Die Röhre EBF 89 ist in gleicher Weise aufgebaut wie die Röhre EBF 80. Nur ihre Steilheit ist größer, so daß sie, als letzte ZF-Röhre eingesetzt, eine größere ZF-Verstärkung vor allem bei UKW (ZF = 10,7 MHz) bringt.

Bild 11 zeigt eine Anwendung der Röhre EBF 89 als ZF-Verstärkerröhre, als AM-Demodulator und zur Erzeugung einer verzögerten Regelspannung. Die Verzögerungsspannung von 1,8 V sowie die übrigen Gittervorspannungen für die Triode und Pentode des NF-Teils werden in der Minus-



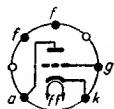
leitung des Netzteiles erzeugt. Durch die Verzögerung der Regelspannung wird auch bei kleineren Eingangsspannungen eine gute Empfindlichkeit erreicht.

In Bild 12 ist die erzeugte Regelspannung unverzögert. Die Abnahme der Regelspannung vom Primärkreis des Bandfilters ergibt eine höhere Regelspannung und damit eine bessere Regelung. Die Steuerspannung für ein magisches Auge wird von der Demodulator-Diode abgenommen.

## 2.04 HF-Triode EC 92

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 150 mA



Betriebswerte			Grenzwerte		
$U_a$	250	V	$U_{a0}$	550	V
$U_g$	-2	V	$U_a$	300	V
$I_a$	10	mA	$N_a$	2,5	W
$S$	5	mA/V	$I_k$	15	mA
$D$	1,67	Präzent	$U_{f/k}$	100	V
$\mu$	60		$R_{f/k}$	20	kOhm
$R_i$	12	kOhm	$R_g$	1	MOhm
$R_k$	200	Ohm	Kapazitäten		
$r_e$	10	kOhm	$C_{\theta}$	2,5	pF
$r_{ik}$	1,8	kOhm	$C_a$	0,45	pF
$S_{\theta}$	2,1	mA/V	$C_{g/a}$	1,4	pF

Die Röhre EC 92 ist eine steile Triode für den UKW-Bereich. Sie besitzt einen 7stiftigen Miniatorsackel. Die Röhre EC 92 kann als Gitterbasisstufe, als neutralisierte Katodenbasisstufe oder in Kaskadeschaltung zur Verstärkung im UKW-Bereich eingesetzt werden. In dem gleichen Frequenzbereich kann sie auch als Mischröhre oder als Oszillatarröhre verwendet werden.

Durch die Röhre ECC 85 ist heute die EC 92 als Eingangs- röhre im UKW-Bereich völlig verdrängt.

Bild 13 zeigt eine von Philips entwickelte UKW-Eingangs-

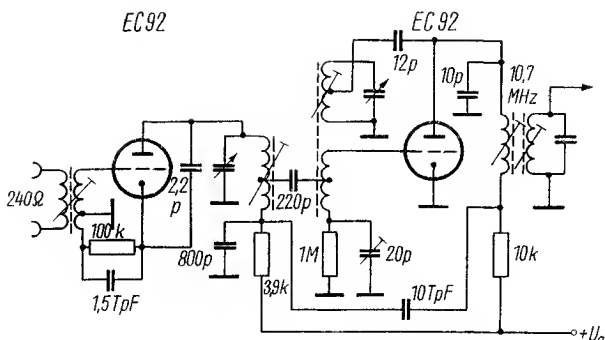


Bild 13. UKW-Eingangsschaltung mit zwei Röhren EC 92 (Philips)

schaltung mit zwei Röhren EC 92. Die Eingangsstufe arbeitet in Zwischenbasis-Schaltung. Der Erdungspunkt der Gitterkreisspule wird für ein günstiges Signal-Rauschverhältnis gewählt. Die Zwischenbasis-Schaltung ist ein Mittelding zwischen Gitterkreis- (Gitter geerdet) und Katodenbasis-Schaltung (Katode geerdet). Gegenüber der Gitterbasis-Schaltung erlaubt sie eine Antennenaufschaukelung und damit ein besseres Signal-Rauschverhältnis, und gegenüber der Katodenbasis-Schaltung besitzt sie den Vorteil einer geringeren Selbsterregungsneigung. Zur Neutralisation genügt daher der Kondensator 2,2 pF von Anode nach Katode. Der Oszillator schwingt mit induktiver Rückkopplung, wobei der frequenzbestimmende Kreis gleichspannungsfrei an der Anode liegt. Damit keine Oszillatorspannung an die Vor- röhre gelangt, bilden die zwei Hälften der Rückkopplungsspule mit der Gitter-Katoden-Kapazität und dem Trimmer von 20 pF eine Brückenschaltung. Bei richtiger Einstellung des Trimmers ist die Brückendiagonale (Spulenanzapfung-Katode), an der die Eingangsspannung liegt, frei von der Oszillatorspannung.

Verwendet man in der Eingangsschaltung eine Kaskodestufe (z. B. mit der Röhre ECC 84), so wird für die selbstschwingende Mischstufe ein weiteres Triodensystem benötigt. Dafür nimmt man meist eine Röhre EC 92.

Bild 14 zeigt eine derartige Schaltung, die von der Firma Nogoton für ihre UKW-Einbousuper verwendet wird. Der Oszillator schwingt in ECO-Schaltung, d. h., die Katode liegt an einer Anzapfung der Oszillatorschule. Zur Erhöhung des Innenwiderstandes der Mischröhre wird eine ZF-Rückkopplung angewendet. Zu diesem Zweck führt vom kalten Ende des ersten Bandfilterkreises ein Kondensator von 5 pF zum kalten Ende des UKW-Zwischenkreises. Die UKW-Eingangsspannung liegt über dem Kondensator von 50 pF am Steuer- gitter der Röhre EC 92.

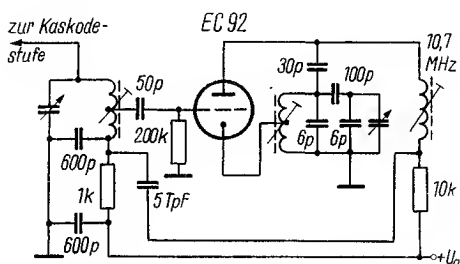
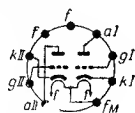


Bild 14. Oszillatorstufe mit Röhre EC 92 (Nogoton)

## 2.05 Doppeltriode mit getrennten Katoden ECC 81

	parallel	hintereinander
Heizspannung	6,3 V	12,6 V
Heizstrom	300 mA	150 mA



Betriebswerte		Grenzwerte	
$U_{il}$	250 V	$U_{il0}$	550 V
$U_g$	-2 V	$U_{il}$	300 V
$I_{il}$	10 mA	$N_{il}$	2,5 W
$S$	5 mA/V	$I_k$	15 mA
$D$	1,67 Prozent	$U_{f/k}$	100 V
$\mu$	60	$R_{f/k}$	20 kOhm
$R_i$	12 kOhm	$R_g$	1 MOhm

## Kapazitäten

$R_k$	200	Ohm		
$r_e$	6,5	kOhm	$C_e$	2,5 pF
$r_{\bar{a}}$	0,7	kOhm	$C_a$	0,45 pF
$S_c$	2,1	mA/V	$C_{g/a}$	1,45 pF

Die Röhre ECC 81 enthält zwei völlig getrennte Triadensysteme, die der Röhre EC 92 entsprechen. Sie kann daher wie diese in der UKW-Schaltungstechnik eingesetzt werden. Jedes Triadensystem besitzt einen eigenen Heizfaden für 6,3 V. Da die Mitte der beiden hintereinandergeschalteten Heizfäden an einen Stift des Röhrenfußes geführt ist, können die beiden Heizfäden sowohl in Serienschaltung als auch in Parallelschaltung betrieben werden. Bei Serienschaltung beträgt die Heizspannung 12,6 V und der Heizstrom 150 mA, bei Parallelschaltung dagegen 6,3 V und 300 mA.

Die für die Röhre EC 92 gezeigten Schaltbeispiele können ohne Änderung auch mit der Röhre ECC 81 ausgeführt werden.

Bild 15 zeigt zwei Gegentaktschaltungen für die Eingangsstufe eines UKW-Empfängers. Die Widerstände und Kapazitäten liegen bei der Gegentaktschaltung in Serie, so daß der Eingangs- und Ausgangswiderstand doppelt so groß und die Eingangs- und Ausgangskapazität nur halb so groß sind wie bei einem Röhrensystem. Das wirkt sich im UKW-Bereich besonders günstig aus, da dort Eingangs- und Ausgangskapazität besonders klein sein sollen. Um eine Selbsterregung über die Gitter-Anoden-Kapazität zu verhindern, muß eine Neutralisation angewendet werden. Zu diesem Zweck führt von dem Gitter des einen Systems zur Anode des anderen Systems jeweils ein kleiner Kondensator (1 bis 2 pF). Gitter- und Anodenkreis werden mit den Röhrenkapazitäten auf Bandmitte abgestimmt. Da die Katoden über den Widerstand von 50 Ohm und die Kapazität 600 pF an Masse liegen, bezeichnet man die Schaltung nach Bild 15 a als Gegentakt-Katodenbasis-Schaltung. Die Schaltung nach Bild 15 b bezeichnet man dann sinngemäß als Gegentakt-Gitterbasis-Schaltung. Da beide Gitter geerdet sind, ist eine Neutralisation nicht erforderlich. Die Eingangs-

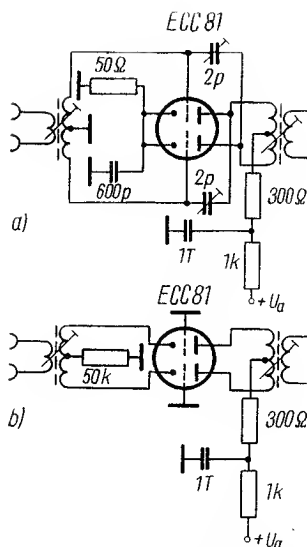


Bild 15. UKW-Eingangsstufe in Gegentaktschaltung  
a) Katodenbasis-Schaltung, b) Gitterbasis-Schaltung

spannung wird den beiden Katoden zugeführt. Da der Eingangswiderstand der Gitterbasis-Schaltung sehr niederohmig ist, ( $r_e \propto 1/s$ ), genügt eine Abstimmung auf Bandmitte.

Eine additive Mischschaltung mit der Röhre ECC 81 für einen AM-Empfänger zeigt Bild 16. Gegenüber der sonst üblichen multiplikativen Mischung weist die additive Mischung vor allem im KW-Bereich einige Vorteile auf. So liegt bei der additiven Mischung die Kreuzmodulationsfestigkeit wesentlich höher, so daß weniger Pfeifstellen auftreten. Auch der Rauschwiderstand der Mischröhre ist bei der additiven Mischung bedeutend niedriger. Vor allem im UKW-Bereich hat sich daher die additive Mischung durchgesetzt. In Bild 16 wird die Eingangsfrequenz an die Katode und die Oszillatorfrequenz an das Steuergitter des ersten Röhrensystems der Röhre ECC 81 geführt. Das zweite Röhren-

system dient zur Erzeugung der Oszillatorfrequenz. Da beide Frequenzen getrennten Röhrenelektroden zugeführt werden, ergibt sich eine gute Rückwirkungsfreiheit.

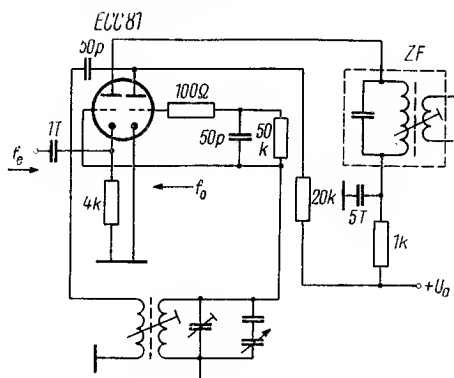
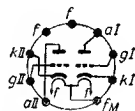


Bild 16. Additive Mischung in einem AM-Empfänger (Grundig „5048 WE/3 D/1“)

## 2.06 Doppeltriode mit getrennten Katoden ECC 82

	parallel	hintereinander
Heizspannung	6,3 V	12,6 V
Heizstrom	300 mA	150 mA



Betriebswerte		Grenzwerte	
$U_a$	250 V	$U_{a0}$	550 V
$U_g$	-8,5 V	$U_a$	300 V
$I_a$	10,5 mA	$N_a$	2,75 W
$S$	2,2 mA/V	$I_k$	20 mA
$D$	5,9 Prozent	$U_{t/k}$	180 V
$\mu$	17	$R_{t/k}$	20 kOhm
$R_i$	7,7 kOhm	$R_g$	1 MOhm
$R_k$	1000 Ohm	Kapazitäten	
$R_a$	13 kOhm	$C_e$	1,6 pF
$N_{spr}$	270 mW	$C_a$	0,55 pF
$k$	10 Prozent	$C_{g/a}$	1,4 pF



Die Röhre ECC 82 enthält wie die Röhre ECC 81 zwei vollständig getrennte Triadensysteme. Auch die Heizkreisschaltung entspricht der der Röhre ECC 81. Die Triadensysteme weisen aber andere Werte auf. Gegenüber der Röhre ECC 81 ist bei der Röhre ECC 82 die Steilheit geringer und der Durchgriff größer. Die Röhre ECC 82 kann in Oszillatorschaltungen, als Phasenumkehrer für Gegentaktverstärker und zur Niederfrequenzverstärkung verwendet werden.

Eine Anwendung zur Niederfrequenzverstärkung mit der Röhre ECC 82 zeigt Bild 17. Das zweite Röhrensystem arbeitet

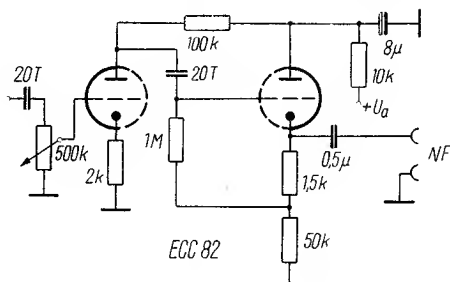


Bild 17. NF-Verstärker mit niederohmigem Ausgang

in Anodenbasis-Schaltung (Katodenverstärker), wobei der Verstärkungsfaktor dieser Röhrenstufe stets kleiner als 1 ist. Der Vorteil der Schaltung besteht darin, daß der Ausgang niederohmig ist. Dadurch können zum nachfolgenden Hauptverstärker längere Leitungen führen, ohne daß eine Brumm-einstreuung zu befürchten ist. Auch eine Beeinflussung der Wiedergabegüte (Höhenverluste) durch die Kabelkapazität wird nicht auftreten. Mit Hilfe dieser Schaltung kann man also bequem Spannungsquellen wie Mikrafon, Empfänger, Tonband oder Plattenspieler über eine längere Leitung zum Hauptverstärker führen. Spannungsquellen mit geringer Spannungsabgabe benötigen allerdings vor dieser Schaltung noch eine Pentadenstufe (z. B. EF 86) zur Ver-  
verstärkung.

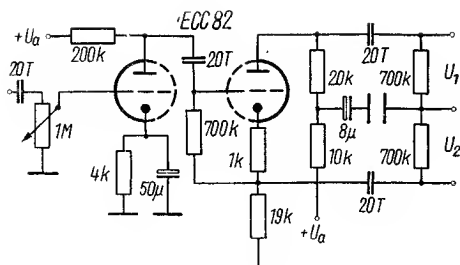


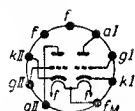
Bild 18. Schaltung einer Phasenumkehröhre (Katodyn-Schaltung)

Eine Anwendung der Röhre ECC 82 als Phasenumkehröhre zeigt die Schaltung in Bild 18. Während das erste Röhrensystem in normaler Schaltung als NF-Verstärker arbeitet, wird das zweite Röhrensystem in Katodyn-Schaltung als Phasenumkehröhre benutzt. Die zwei Steuergitter einer Gegentaktendstufe müssen zwei um  $180^\circ$  verschobene NF-Steuerspannungen erhalten, damit im Ausgang die Summen der beiden Wechselspannungen entnommen werden können. Für diesen Zweck arbeitet die Katodyn-Schaltung einfach und betriebssicher. Da im Katodenkreis die gleiche Phasenlage vorhanden ist wie am Steuergitter, dagegen im Anodenkreis die Phasenlage zum Steuergitter um  $180^\circ$  verschoben ist, werden die beiden Steuerspannungen für die Gegentaktstufe dem Anodenkreis und dem Katodenkreis entnommen. Der Außenwiderstand der Phasenumkehröhre muß daher halbiert werden. Eine Hälfte liegt im Katodenkreis und die andere im Anodenkreis. Damit gleiche Steuerspannungen zur Verfügung stehen, sollen die Widerstände in beiden Kreisen gleich groß sein. Die Gittervorspannung für die Phasenumkehröhre wird durch den in der Katode liegenden Widerstand von 1 kOhm erzeugt. Der Gitterableitwiderstand des zweiten Röhrensystems liegt zwischen dem unteren Ende des Katodenwiderstandes und dem Steuergitter. Zu beachten ist, daß der Verstärkungsfaktor der Katodyn-Schaltung stets  $< 1$  ist.

## 2.07 Brumm- und klingarme Doppeltriode ECC 83

parallel hintereinander

Heizspannung	6,3	12,6 V
Heizstrom	300	150 mA



Betriebswerte			Grenzwerte	
$U_a$	250 V		$U_{ao}$	550 V
$U_g$	-2 V		$U_a$	300 V
$I_a$	1,2 mA		$N_a$	1 W
$S$	1,6 mA/V		$I_k$	8 mA
$D$	1 Prozent		$U_{f/k}$	180 V
$\mu$	100		$R_{f/k}$	20 kOhm
$R_i$	62,5 kOhm		$R_g$	2 MOhm
$R_k$	1,6 kOhm		Kapazitäten	
$R_a$	250 kOhm		$C_e$	1,5 pF
$R_g$	1 MOhm		$C_a$	0,5 pF
$V$	55 fach		$C_{g/a}$	1,7 pF

Speziell zur Niederfrequenzverstärkung wurde die Doppeltriode ECC 83 geschaffen. Sie kann als NF-Verstärker mit RC-Kapplung oder als Phasenumkehröhre eingesetzt werden. Der niedrige Durchgriff erlaubt eine Leerlaufverstärkung von  $\mu = 100$ , so daß bei der Verwendung für NF-Zwecke starke Gegenkopplungen angewandt werden können. Das Röhrensystem ist weitestgehend kling- und brummfrei aufgebaut und erlaubt daher auch eine gute Ausnutzung der möglichen Verstärkung. Der Heizfaden ist auch bei dieser Röhre unterteilt und gestattet eine Serien- oder Parallelschaltung der beiden Heizfäden.

Bild 19 zeigt eine Anwendung der Röhre ECC 83 als Verstärkerröhre in einem Mikrafan-Verstärker für ein Kristallmikrofon. Die Kristallkapsel liegt über dem Kondensator von 1 Tpf an dem Steuergitter des ersten Triodensystems. Die Gittervorspannung für das erste Triodensystem wird an dem Gitterableitwiderstand von 10 MOhm durch den Gitteranlaufstrom erzeugt. Diese Schaltungsart zeigt vor allem hinsichtlich der Brummfreiheit wesentliche Vorteile.

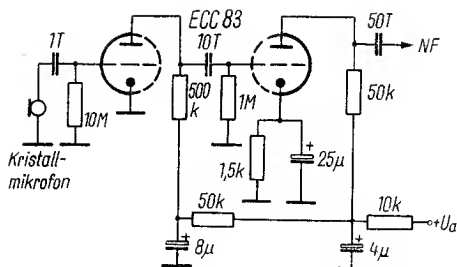


Bild 19. Mikrofon-Vorverstärkung für ein Kristallmikrofon

Das zweite Röhrensystem arbeitet in konventioneller Weise mit einer Katodenkombination. Infolge der hohen Verstärkung beider Triodensysteme passieren die zugeführten Anodenspannungen besondere Siebglieder.

Eine Verstärkerschaltung mit getrennter Höhen- und Tiefenregelung zeigt Bild 20. Diese Schaltungen wendet man meist

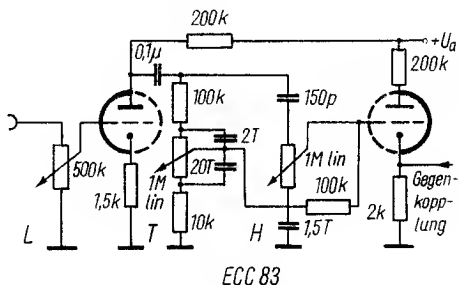


Bild 20. Verstärkerschaltung mit getrennter Höhen- und Tiefenregelung

in NF-Mischverstärkern, NF-Vorverstärkern oder kleinen NF-Verstärkern zur kontinuierlichen Klangregelung an. Das in Bild 20 gezeigte Klangregelglied erlaubt eine Anhebung bzw. Absenkung der Höhen und Tiefen um jeweils  $\pm 15$  dB. Der mittlere Frequenzbereich von etwa 500 bis 1500 Hz wird fast geradlinig verstärkt. Beide Röhrensysteme sind stromgegenggekoppelt durch den nicht überbrückten Katodenwiderstand. Das zweite Röhrensystem erhält noch eine

zusätzliche Spannungsgegenkopplung von der Sekundärwicklung des Ausgangsübertragers.

Eine Phasenumkehrschaltung unter Verwendung zweier Triaden zeigt Bild 21. Im Vergleich zu der Phasenumkehr-

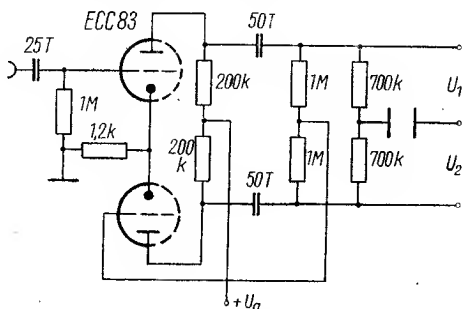


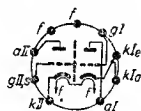
Bild 21. Phasenumkehrschaltung mit zwei Triadensystemen

schaltung nach Bild 18, bei der die Verstärkung der Phasenumkehröhre stets  $< 1$  ist, besitzt die Schaltung nach Bild 21 immerhin nach einen Verstärkungsfaktor von etwa 25. Die niederfrequente Eingangsspannung wird dem ersten Triadensystem zugeführt. Die Steuerspannung für das zweite Triadensystem wird einem Spannungsteiler ( $2 \cdot 1 \text{ MOhm}$ ) entnommen, der hinter den Gitterkondensatoren der Gegentaktendstufe angeordnet ist. Da sich die Schaltung weitestgehend selbst symmetriert, sind keine besonderen Einstellungen für die richtige Steuerung des zweiten Röhrensystems erforderlich. Die Symmetrierung erfolgt automatisch durch den nicht überbrückten Katadenwiderstand, der von beiden Röhrensystemen gemeinsam benutzt wird. Befindet sich die Schaltung im Zustand der Symmetrie, so fällt an diesem Katadenwiderstand keine Spannung ab. Arbeitet die Schaltung unsymmetrisch, so wirkt die an dem Katadenwiderstand abfallende Wechselspannung für das erste Triadensystem als Gegenkopplung und für das zweite Röhrensystem als Mitkopplung. Durch diese Wirkungen symmetriert sich die Schaltung in gewissen Grenzen selbsttätig.

## 2.08 Steile Doppeltriode für Kaskode-Schaltung ECC 84

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 340 mA



Betriebswerte		Grenzwerte	
$U_{ib}$	90 V	$U_{a.o.}$	550 V
$U_{gr}$	—1,5 V	$U_a$	180 V
$I_{ib}$	12 mA	$N_a$	2 W
$S$	6 mA/V	$I_k$	18 mA
$D$	4,2 Prozent	$U_{f/k}$	90 V
$\mu$	24	$R_{f/k}$	20 kOhm
$R_i$	4 kOhm	$R_g$	0,5 MOhm
$r_e$ (50 MHz)	64 kOhm	Kapazitäten	
$r_e$ (100 MHz)	16 kOhm	$C_{a1/k1}$	0,5 pF
$r_e$ (200 MHz)	4 kOhm	$C_{g1/a1}$	1,1 pF
$F_1$	6,5	$C_{a2/k2}$	0,17 pF

Obwohl die Röhre ECC 84 speziell für die Eingangsstufe von Fernsehempfängern entwickelt wurde, kann sie auch in der Eingangsstufe grenzempfindlicher UKW-Empfänger eingesetzt werden. Die zwei getrennt aufgebauten Triodensysteme sind gegeneinander abgeschirmt. Innerhalb des Röhrenkalbens ist die Abschirmung mit dem Gitter des zweiten Triodensystems verbunden. Dadurch ist die Röhre ECC 84 speziell in der Kaskode-Schaltung verwendbar. Das erste Triodensystem wird dabei in Katodenbasis- und das zweite Triodensystem in Gitterbasis-Schaltung betrieben. Diese Schaltungskombination gibt der UKW-Eingangsschaltung die Verstärkungseigenschaften einer Pentade und die günstigen Rauscheigenschaften einer Triade. Die Kaskodestufe erfolgt über ein  $\pi$ -Glieder, bestehend aus der Spule  $L_\pi$  und der Ausgangskapazität des ersten Triodensystems und der Eingangskapazität des zweiten Katadensystems. Die Katode des ersten Triodensystems ist zur Erreichung eines hohen Eingangswiderstandes zweimal herausgeführt. Im UKW-Bereich bis 200 MHz weist die Röhre ECC 84 gute Rauscheigenschaften auf.

Eine Anwendung der Röhre ECC 84 in einer Kaskadestufe zeigt Bild 22. Die im Schaltbild verwendete Röhre PCC 84 besitzt gegenüber der Röhre ECC 84 nur andere Heizdaten (7,2 V und 300 mA). Der Dipol wird über zwei Kapazitäten von 20 pF an zwei Abgriffe des Eingangskreises gelegt. Der Erdpunkt der Eingangsspule wird für günstige Rausch-empassung der Antenne an den Eingangskreis gewählt. Der

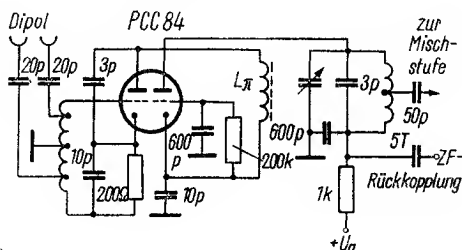


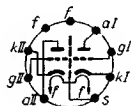
Bild 22. Kaskode-Eingangsschaltung für den UKW-Bereich (Nogoton)

Neutralisationskondensator von 3 pF verhindert eine Selbst-erregung der Katodenbasisstufe. Das  $\pi$ -Glieder ( $L_{\pi}$  plus Kapazitäten) muß dabei fest auf Bandmitte abgestimmt sein. Der Zwischenkreis wird ebenso wie der nicht gezeigte Oszillatorkreis kapazitiv abgestimmt. Zur Erhöhung des Innenwiderstandes der Mischröhre kann man eine ZF-Rück- kapplung anwenden. Zu diesem Zweck liegt der Kanden- sator von 5 pF zwischen den kalten Enden des Zwischen- kreises und des ersten Bandfilterkreises. Da die Röhre ECC 84 für eine Anodenspannung von 90 V kanstruiert wurde, können beide Systeme gleichstrommäßig in Serie geschaltet werden.

## 2.09 HF-Doppeltriode ECC 85

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 435 mA



### Betriebswerte

$U_a$  250 V

$U_g$  -2 V

### Grenzwerte

$U_{a0}$  550 V

$U_a$  300 V

$I_a$	10 mA	$N_n$	2,5 W
$S$	6 mA/V	$I_k$	15 mA
$D$	1,7 Prozent	$U_{f/k}$	90 V
$\mu$	58	$R_{f/k}$	20 kOhm
$R_i$	9,7 kOhm	$R_g$	1 MOhm
$R_k$	100 Ohm	Kapazitäten	
$r_e$	6 kOhm	$C_e$	3 pF
$r_{ii}$	0,5 kOhm	$C_a$	1,2 pF
$S_c$	2,3 mA/V	$C_{g/a}$	1,5 pF

Die Röhre ECC 85 hat sich als Standardbestückung der UKW-Eingangsstufe von Rundfunkempfängern durchgesetzt. Sie besitzt zwei gleiche, sorgfältig gegeneinander abgeschirmte Triodensysteme. Die Abschirmung ist an einen besonderen Sockelstift geführt. Während das zweite Triodensystem meist als selbstschwingende Mischstufe benutzt wird, kann das erste Triodensystem entweder in Gitterbasis-, Katodenbasis- oder Zwischenbasisschaltung betrieben werden. Besonders günstige Eigenschaften weist die Zwischenbasisschaltung auf. Sie stellt ein Zwischending zwischen Katodenbasis- und Gitterbasisschaltung dar. Liegt zum Beispiel der geerdete Anzapfpunkt der Eingangsspule am Gitter, so entsteht die Gitterbasisschaltung. Liegt der Anzapfpunkt an der Katode, so entsteht eine Katodenbasisschaltung. Alle Anzapfpunkte zwischen diesen beiden ergeben die Zwischenbasisschaltung. Der Hauptvorteil dieser Schaltung liegt in der Möglichkeit, zugleich eine Leistungs- und eine Rauschanpassung der Antenne an den Empfänger-eingang zu verwirklichen. Durch Wahl einer entsprechenden Anzapfung kann Leistungsanpassung erzielt werden. Wird dabei das Übersetzungsverhältnis zwischen Antennenspule und Gitterkreisspule so gewählt, daß der übersetzte Antennenwiderstand der minimalen Rauschanpassung entspricht, dann liegt gleichzeitig auch Rauschanpassung vor. Eine Neutralisation ist auf einfache Weise für einen großen Frequenzbereich möglich, indem eine kleine Kapazität von etwa 1 bis 3 pF zwischen Anode und Katode des ersten Triodensystems geschaltet wird.



Mit der Gitterbasisschaltung lassen sich ebenfalls gute Ergebnisse erzielen. Der Verstärkungsfaktor der Gitterbasisstufe ist um ein Geringes größer als der einer Kotodenbasisstufe. Charakteristisch für die Gitterbasisstufe ist der niedrige Eingangswiderstand ( $r_e \sim 1/S$ ), der gute Anpassungsmöglichkeiten für die niederohmigen UKW-Antennen ergibt. Durch den niederohmigen Eingangswiderstand wird der Eingangskreis so bedämpft, daß eine kontinuierliche Abstimmung nicht notwendig ist; der Kreis wird deshalb nur auf Bandmitte gelegt. Durch die Erdung des Gitters ergibt sich eine gute Entkopplung, so daß eine Neutralisation entfallen kann.

Die Röhre ECC 85 kann auch als Koskadestufe geschaltet werden und zeigt dabei gute Eigenschaften. Da zum Betrieb der Röhre ECC 85 höhere Anodenspannungen notwendig sind, muß eine gleichstrommäßige Parallelschaltung der beiden Triadensysteme in der Kaskade-Schaltung erfolgen. Eine Anwendung der Röhre ECC 85 in der Gitterbasis-schaltung zeigt Bild 23. Die selbstschwingende Mischröhre ist über ein fest eingestelltes Bandfilter gekoppelt. Höhere Dämpfung und stark überkritische Kapplung ergeben für

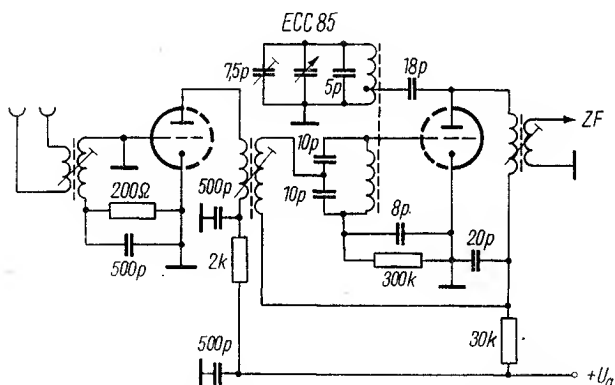


Bild 23. UKW-Eingangsschaltung mit Gitterbasis-Eingang und selbstschwingender Mischstufe („Olympia 573 W“ VEB Sachsenwerk Niedersiedlitz)

den interessierenden Frequenzbereich einen ausreichenden Übertragungsbereich. Die Mischröhre ist in der üblichen Brückenschaltung zur Unterdrückung der Oszillatorausstrahlung aufgebaut. Zur Erhöhung des Innenwiderstandes wird die Mischröhre dabei entdämpft, so daß eine ausreichende Mischverstärkung erzielt wird. Die gut verblockte und abgeschirmte Ausführung des UKW-Eingangsteiles und die niederohmige Auskopplung der ZF garantieren eine wirksame Unterdrückung der Störausstrahlung der Oszillatorkreis. Es wird lediglich der Oszillatorkreis kapazitiv abgestimmt. Der frequenzbestimmende Schwingkreis des Oszillators liegt gleichspannungsfrei an der Anode der selbstschwingenden Mischröhre.

In Bild 24 arbeitet das erste Triodensystem der Röhre ECC 85

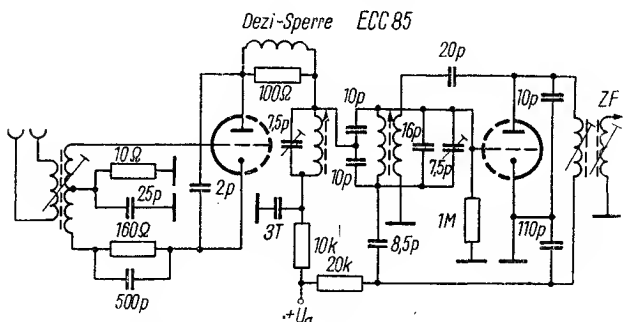


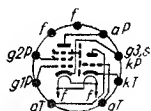
Bild 24. UKW-Eingangsschaltung in Zwischenbasis-Schaltung („Consul“ VEB Stern-Radio Sonneberg)

in Zwischenbasis-Schaltung. Zur Neutrolisation dient der Kondensator von 2 pF zwischen Anode und Kotode der Zwischenbasisstufe. Die Ankopplung an die selbstschwingende Mischröhre erfolgt über einen abstimmbaren Zwischenkreis. Die Mischstufe selbst ist wieder in Brückenschaltung aufgebaut. Die Kondensatoren von 8,5 pF und 110 pF sorgen für eine Entdämpfung der Mischröhre. Der frequenzbestimmende Schwingkreis des Oszillators liegt bei dieser Schaltung am Gitter der Mischröhre. Die Abstimmung

erfolgt induktiv am Zwischen- und Oszillatorkreis. Zum Kurzschluß der Oszillatorfrequenz im Anodenkreis der Mischröhre dient der Kondensator von 10 pF. Die von der Deutschen Post vorgeschriebenen Werte über Störausstrahlung konnten bei dieser Schaltung unterboten werden.

## 2.10 Steile Triode-Pentode ECF 82

Heizspannung 6,3 V  
Heizstrom 450 mA



### Betriebswerte Triode

$U_a$	150	V
$U_g$	-1	V
$I_a$	18	mA
$S$	8,5	mA/V
$D$	2,5	Prozent
$\mu$	40	
$R_i$	4,5	kOhm
$R_k$	56	Ohm
$r_e$	5	kOhm
$r_{ii}$	320	kOhm

### Grenzwerte Triode

$U_{ao}$	550	V
$U_a$	300	V
$N_a$	2,7	W
$I_k$	20	mA
$U_{f/k}$	90	V
$R_{f/k}$	20	kOhm

### Kopozitäten Triode

$C_e$	2,5	pF
$C_a$	0,35	pF
$C_{g/a}$	1,8	pF

### Betriebswerte Pentode

$U_a$	200	V
$U_{g2}$	110	V
$U_{g1}$	-0,9	V
$I_a$	10	mA
$I_{g2}$	3,5	mA
$S$	5,2	mA/V
$R_i$	0,4	MOhm
$R_k$	68	Ohm
$S_e$	1,8	mA/V
$r_e$	10	kOhm
$r_{ii}$	1	kOhm

### Grenzwerte Pentode

$U_{ao}$	550	V
$U_a$	300	V
$N_a$	2,8	W
$U_{g2}$	300	V
$N_{g2}$	0,5	W
$I_k$	20	mA
$U_{f/k}$	90	V

### Kopozitäten Pentode

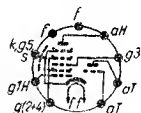
$C_e$	5	pF
$C_a$	2,6	pF
$C_{g/a}$	0,01	pF

Die Röhre ECF 82 enthält in einem Röhrenkolben, völlig getrennt und gegeneinander abgeschirmt, ein steiles Triodensystem und ein steiles Pentodensystem. Die Abschirmung und

das Bremsgitter der Pentode sind innerhalb des Röhrenkolbens mit der Katode der Pentode verbunden. Diese Röhre wird speziell in Fernsehempfängern als fremderregte Mischröhre und Oszillatorröhre verwendet, kann aber auch zum gleichen Zweck bei grenzempfindlichen UKW-Empfängern eingesetzt werden. Mit Hilfe des Triodensystems wird die zur Überlagerung benötigte Oszillatorfrequenz erzeugt und über eine kleine Kapazität auf das Steuergitter des Pentodensystems gekoppelt. Es erfolgt eine additive Mischung, die im UKW-Bereich wegen ihrer Vorteile üblich ist. Das steile Pentodensystem ergibt eine gute Mischverstärkung, und die Verwendung einer besonderen Oszillatorröhre erlaubt eine Einstellung der für die Mischung günstigsten Größe der Oszillatorspannung.

## 2.11 Triode-Heptode ECH 81

Heizspannung 6,3 V  
Heizstrom 300 mA



### Betriebswerte Triode

$U_a$	250	V
$I_a$	5	mA
$S$	3,7	mA/V
$D$	4,55	Prozent
$\mu$	22	
$R_i$	6	kOhm
$R_a$	30	kOhm
$S_{eff}$	0,55	mA/V
$R_g$	50	kOhm
$I_g$	200	$\mu$ A
$U_{osz}$	8,5	V

### Betriebswerte Heptode

$U_a$	250	V
$I_a$	3,2	mA
$U_{g1}$	-2	V
$U_{g2+4}$	100	V
$I_{g2+4}$	6	mA
$S_r$	775	$\mu$ A/V
$R_i$	1	MOhm

### Grenzwerte Triode

$U_{a0}$	550	V
$U_a$	250	V
$N_a$	0,8	W
$I_k$	6,5	mA
$U_f/k$	100	V
$R_f/k$	20	kOhm
$R_g$	50	MOhm

### Kapazitäten Triode

$C_e$	3	pF
$C_a$	3	pF
$C_{g/a}$	1	pF

### Grenzwerte Heptode

$U_{a0}$	550	V
$U_a$	300	V
$N_a$	1,7	W
$U_{g2+4}$	125	V
$N_{g2+4}$	1	W
$I_k$	12,5	mA

Kapazitäten Heptode			
$r_e$	1,2 kOhm	$C_e$	4,9 pF
$r_{il}$	70 kOhm	$C_a$	7,9 pF
$R_{g2}$	25 kOhm	$C_{g/a}$	0,006 pF

Die Röhre ECH 81 enthält ein Heptodensystem und ein Triodensystem sowie eine beiden Systemen gemeinsame Kathode. Im Gegensatz zu der früher verwendeten Röhre ECH 11 sind bei der Röhre ECH 81 das zweite Steuergitter des Heptodensystems und das Gitter des Triodensystems getrennt herausgeführt und an verschiedene Röhrenstifte gelegt. Daher kann die Röhre ECH 81 neben ihrer eigentlichen Verwendung als Misch-Oszillatorröhre in AM-Empfängerschaltungen auch in UKW-, ZF- und NF-Verstärkerschaltungen eingesetzt werden. Im Anfang der UKW-Entwicklung wurde das Heptodensystem als UKW-Eingangsröhre und das Triodensystem als selbstschwingende Mischstufe benutzt. Diese Anwendung ist heute durch die modernen, rauscharmen Doppeltrioden gänzlich überholt. In modernen AM/FM-Empfängern wird die AM-Mischröhre umgeschaltet als UKW-ZF-Verstärker, während der AM-Oszillatorteil bei UKW-Empfang stillgelegt ist.

Bild 25 zeigt eine Anwendung der Röhre ECH 81 als Misch-Oszillatorröhre in einem AM-Empfänger. Am ersten Steuer-

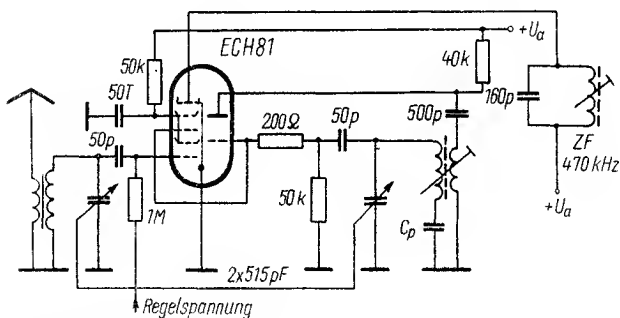


Bild 25. Vereinfachte Schaltung der Misch-Oszillatorstufe eines AM-Empfängers (nach Telefunken)

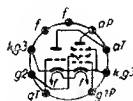


Schaltung. Die Bandfilter der FM- und der AM-Zwischenfrequenz sind in Serie geschaltet. Da die beiden Zwischenfrequenzen sehr weit auseinanderliegen (10,7 MHz und 470 kHz), ist eine gegenseitige Beeinflussung kaum zu bemerken. Im UKW-Bereich arbeitet das Heptadensystem der Röhre ECH 81 als erster ZF-Verstärker. Dabei muß der Schalter a umgeschaltet werden, der das erste Steuergitter an den Sekundärkreis des ersten FM-Bandfilters legt. Da die UKW-ZF-Stufen nicht geregelt werden, wird vor der Regelspannungszuführung umgeschaltet und am kalten Ende des Sekundärkreises des ersten FM-Bandfilters der benötigte Gitterableitwiderstand eingefügt. Benutzt man den bereits vorhandenen Gitterableitwiderstand, so muß bei UKW-Empfang die Regelleitung nach Masse kurzgeschlossen werden. Die Oszillatorschaltung wird außer Betrieb gesetzt, indem mit Schalter b das zweite Steuergitter des Heptadensystems geerdet und mit Schalter c die Anodenspannung der Oszillarröhre abgeschaltet wird.

## 2.12 Triode-Endpentode ECL 81

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 600 mA



### Betriebswerte Triode

$U_{a1}$	200	V
$U_{g1}$	-1,5	V
$I_{a1}$	0,9	mA
$S$	1,6	mA/V
$D$	1,8	Przent
$\mu$	55	
$R_i$	34	kOhm
$R_{a1}$	100	kOhm
$V$	41	fach
$R_{g1}$	1	MOhm

### Grenzwerte Triode

$U_{a0}$	550	V
$U_a$	250	V
$N_a$	1	W
$I_k$	8	mA
$U_{f/k}$	75	V
$R_{f/k}$	20	kOhm

### Kapazitäten Triode

$C_e$	1,8	pF
$C_a$	1,0	pF
$C_{g/a}$	2,1	pF

### Betriebswerte Pentode

$U_{a1}$	200	V
$U_{g2}$	200	V
$U_{g1}$	-7	V

### Grenzwerte Pentode

$U_{a0}$	550	V
$U_a$	250	V
$N_a$	6,5	W

$I_{a1}$	30 mA	$U_{g2}$	250 V
$I_{g2}$	4,8 mA	$N_{g2}$	1,5 W
$S$	8,75 mA/V	$I_k$	45 mA
$R_i$	22 kOhm	$U_{f/k}$	75 V
$R_{it}$	7 kOhm	Kapazitäten Pentode	
$N_{spr}$	2,4 W	$C_v$	9 pF
$V$	46 fach	$C_{it}$	4 pF
$U_{gr} \sim$	3,3 V	$C_{g/it}$	0,45 pF

Die Röhre ECL 81 enthält in einem Glaskolben ein Triodensystem und ein Endpentodensystem mit gemeinsam benutzter Katode. Das Bremsgitter der Pentode ist innerhalb der Röhre mit der Katode verbunden, die selbst an zwei Sockelstiften herausgeführt ist.

Neben der Anwendung vor allem im Fernsehempfänger kann die Röhre ECL 81 auch als NF-Vorverstärker (Triodensystem) und als NF-Endstufe (Pentodensystem) verwendet werden. Für NF-Schaltungen darf die Röhre nur mit halbautomatischer Gittervorspannung betrieben werden. Man erzeugt diese halbautomatische Gittervorspannung durch Spannungsabfall an Widerständen, die in der Minusleitung der Anodenspannung im Netzteil angeordnet sind. Zur Vermeidung von UKW-Störschwingungen müssen vor dem Steuergitter und dem Schirmgitter Schutzwiderstände von mindestens 1000 Ohm bzw. 300 Ohm geschaltet werden. Zur Vermeidung von Selbsterregung soll bei Ausnutzung der vollen Verstärkung der Röhre die Fassung eine Abschirmung enthalten, die den unteren Teil der Röhre umgibt und an Mosse liegen muß. Bei 200 Volt Anodenspannung läßt sich eine Sprechleistung von etwa 2,5 W erzielen.

Bild 27 zeigt die Anwendung der Röhre ECL 81 als Einröhren-NF-Verstärker in einem Phonokoffer (Plattenspieler mit Verstärker). Dem Steuergitter des Triodensystems wird von der Sekundärseite eine frequenzabhängige Gegenkopplungsspannung zugeführt. Die Einstellung der bevorzugt verstärkten Frequenzen erfolgt durch den Tonblendenregler 1 MOhm log. Die Gittervorspannung für das Steuer-



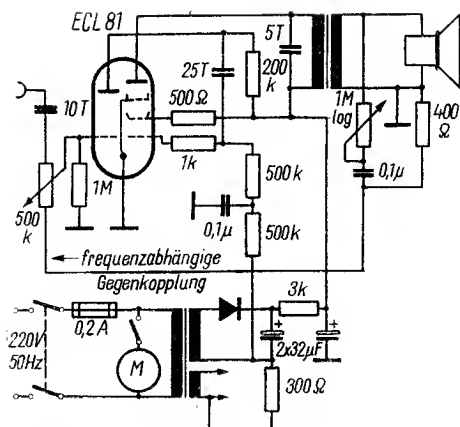


Bild 27. Schaltung des NF-Teils des Phanokoffers „Toscana“ der Fa. K. Ehrlich

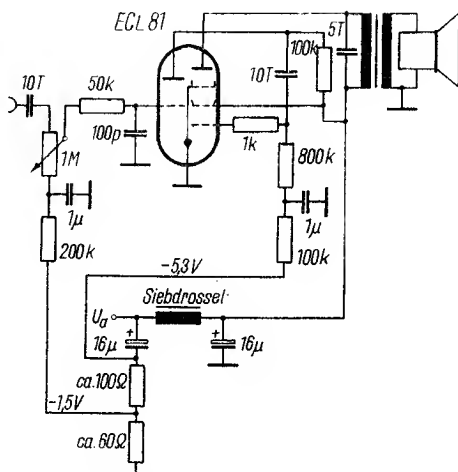


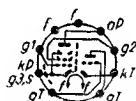
Bild 28. NF-Endstufe für einen Wechselstromempfänger

gitter der Endpentode wird holbautomotisch durch den Widerstand von 300 Ohm in der Minusleitung des Netz- teiles erzeugt.

Eine Anwendung der Röhre ECL 81 als NF-Vorverstärker und NF-Endverstärker eines Rundfunkempfängers zeigt Bild 28. Sowohl die Gittervorspannung des Triodensystems als auch die des Pentodensystems wird durch Widerstände in der Minusleitung des Netzteiles erzeugt. Beide Gitter- vorspannungen werden durch besondere Siebglieder von den noch vorhandenen Wechselfspannungsresten befreit. Die erzielbare Ausgangsleistung ist etwa 2 W.

### 2.13 Triode-Endpentode ECL 82

Heizspannung 6,3 V  
Heizstrom 780 mA



#### Betriebswerte Triode

$U_a$	100 V
$U_g$	0 V
$I_a$	3,5 mA
S	2,5 mA/V
D	1,4 Proz.
$\mu$	70
$R_i$	28 kOhm
$R_a$	200 kOhm
V	52 foch
$R_g$	0,7 MOhm

#### Grenzwerte Triode

$U_{a0}$	550 V
$U_a$	300 V
$N_a$	1 W
$I_k$	15 mA
$U_{t/k}$	100 V
$R_{t/k}$	20 kOhm

#### Kopozitöten Triode

$C_e$	2,7 pF
$C_a$	4 pF
$C_{g/a}$	4,5 pF

#### Betriebswerte Pentode

$U_a$	200 V
$U_{g2}$	200 V
$U_{g1}$	-16 V
$I_a$	35 mA
$I_{g2}$	7 mA
S	6,4 mA/V
$R_i$	20 kOhm
$R_a$	5,6 kOhm
$N_{spr}$	3,5 W
$U_g \sim$	6,6 V

#### Grenzwerte Pentode

$U_{a0}$	900 V
$U_a$	600 V
$N_a$	7 W
$U_{g2}$	300 V
$N_{g2}$	3,2 W
$I_k$	50 mA

#### Kopozitöten Pentode

$C_e$	9,3 pF
$C_a$	8 pF
$C_{g/a}$	0,3 pF

Das Triadensystem und das Pentadensystem der Röhre ECL 82 sind völlig getrennt vaneinander aufgebaut. Jedes Röhrensystem enthält daher eine eigene Katode. Die Abschirmung und das Bremsgitter sind mit der Katode des Pentadensystems innerhalb des Röhrenkalbens verbunden. Da getrennte Katoden verwendet werden, braucht die Gittervorspannung nicht halbautomatisch erzeugt zu werden. Für beide Systeme kann die Gittervorspannung durch Spannungsabfall an einem Katodenwiderstand gewonnen werden. Für das Triadensystem ist es möglich, die Gittervorspannung durch den Anlaufstrom an einem hohen Gitterableitungswiderstand zu gewinnen. Eine bewährte Größe für diesen Widerstand ist 20 MOhm. In einer Eintaktschaltung erhält man mit einer Anodenspannung von etwa 200 V eine Sprechleistung von etwa 3,5 W. Auch in einer Gegentaktschaltung ist die Röhre ECL 82 brauchbar. Die beiden Triodensysteme können dabei als NF-Verstärker und als Phasenumkehrschaltung geschaltet werden. Die erzielbare Sprechleistung liegt bei einer Anodenspannung von etwa 200 V bei 9 W. Diese erzielbare Sprechleistung liegt damit zwischen den Werten einer Gegentaktschaltung mit den Röhren EL 95 (etwa 7 W) und EL 84 (etwa 11 W).

Eine von der Firma Valvo angegebene Gegentaktschaltung in AB-Betrieb zeigt Bild 29. Das erste Triadensystem arbeitet als NF-Verstärker und das zweite als Phasenumkehrrohr in Katodyn-Schaltung. Für beide Triadensysteme wird die Gittervorspannung durch den Anlaufstrom des Gitters erzeugt. Da das erste Triadensystem bei einem Außenwiderstand von 200 kOhm eine ungefähr 50fache Verstärkung hat, ist eine Gegenkopplung angebracht. Die frequenzabhängige Gegenkopplungsspannung (Höhenanhebung) wird von der Sekundärseite des Ausgangstrafos der Katode des ersten Triodensystems zugeführt. Die Phasenumkehrrohr besitzt in der Katode und Anode gleich große Widerstände und arbeitet mit einem Verstärkungsfaktor von nahezu 1. Die Gittervorspannung für die Endröhren wird durch den gemeinsamen, kapazitiv überbrückten Katodenwiderstand erzeugt. Die Ausgangsleistung von etwa 9 W weist einen Klirrfaktor von etwa 2,5 Prozent auf.

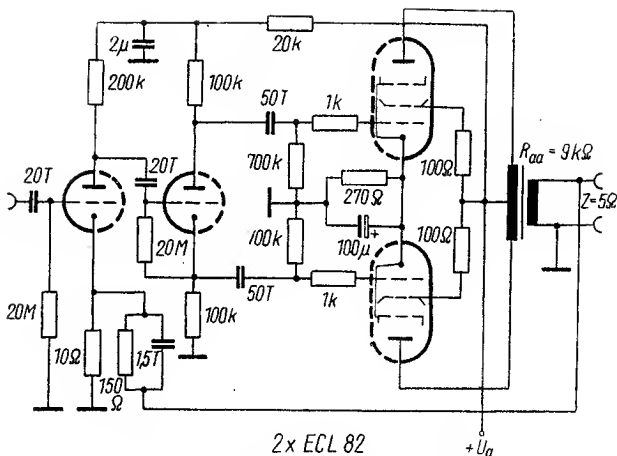
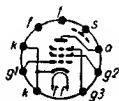


Bild 29. NF-Gegentaktverstärker mit zwei Röhren ECL 82, Ausgangsleistung etwa 9 W (Volvo)

## 2.14 Steile HF-Pentode EF 80

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 300 mA



### Betriebswerte

$U_a$	250	V
$U_{g2}$	250	V
$U_{g1}$	-3,5	V
$I_a$	10	mA
$I_{g2}$	2,8	mA
$S$	6,8	mA/V
$R_i$	650	kOhm
$R_k$	270	Ohm
$D_2$	2	Prozent
$r_o$	3,75	kOhm
$r_{ii}$	1,2	kOhm

### Grenzwerte

$U_{a0}$	550	V
$U_a$	300	V
$N_a$	2,5	W
$U_{g2}$	300	V
$N_{g2}$	0,7	W
$I_k$	15	mA
$U_{t/k}$	150	V

### Kapazitäten

$C_e$	7,5	pF
$C_a$	3,35	pF
$C_{g/a}$	0,008	pF

Die steile HF-Pentode EF 80 besitzt ein abgeschirmtes Pentodensystem mit besonders guten UKW-Eigenschaften. Die Katode liegt an zwei Sockelstiften, um schaltungsmäßig eine kleine Katodeninduktivität zu erreichen. Das Bremsgitter ist getrennt herausgeführt. Neben der Anwendung in der Fernsehtechnik wurde die Röhre EF 80 in der Entwicklungszeit der UKW-Rundfunktechnik als UKW-Eingangsröhre und als selbstschwingende, additive Mischstufe verwendet. Durch die Entwicklung der modernen HF-Trioden sind diese Anwendungsgebiete aber heute überholt. Im UKW-ZF-Verstärker kann man die Röhre EF 80 verwenden. Infolge der großen Steilheit der Röhre EF 80 besteht aber bei nicht sorgfältigem Aufbau leicht die Gefahr der Selbsterregung. Die Anwendung der mittelsteilen Regelpentode EF 89 (s. dort) ist daher eher zu empfehlen.

Bild 30 zeigt eine Anwendung der Röhre EF 80 im ZF-

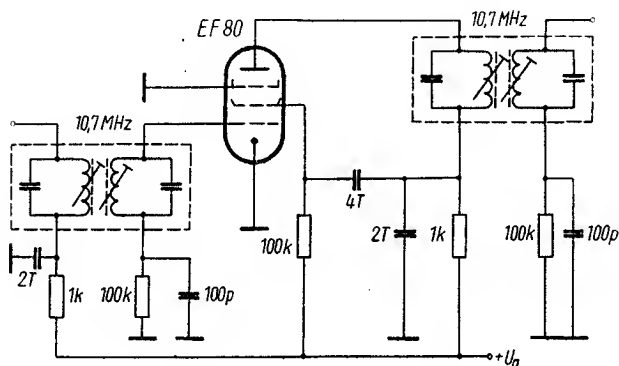


Bild 30. ZF-Verstärkerstufe für einen UKW-Empfänger

Verstärker eines UKW-Supervorsatzes. Um ohne eine Katodenkombination auszukommen, wurde der Schirmgitter-Vorwiderstand mit 100 kOhm bemessen. Bei 200 V Betriebsspannung beträgt dann die am Schirmgitter liegende Spannung etwa 55 V. Um eine Selbsterregung zu verhindern, liegt im Schirmgitter ein kapazitiver Spannungsteiler

Eine Audienschaltung mit der Röhre EF 80 für einen KW-Empfänger zeigt Bild 31. Die Rückkapplung erfolgt in der

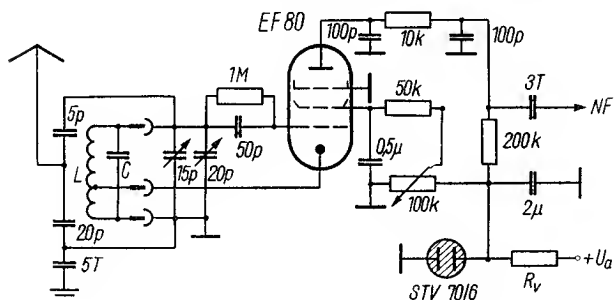


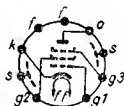
Bild 31. Audionschaltung für einen KW-Geradeausempfänger (Telefunken)

ECO-Schaltung, bei der die Katode an einer Anzapfung der Schwingkreispule liegt und das Bremsgitter besonders geerdet wird. Die Regelung der Rückkapplung erfolgt durch Ändern der Schirmgitterspannung. Um ein stabiles Arbeiten zu gewährleisten, wird die Anoden- und die Schirmgitterspannung mit Hilfe des Stabilisators STV 70/6 stabilisiert. Zur Unterdrückung von HF-Resten wurde an der Anode ein Siebglied (10 k $\Omega$ , 2 · 100 pF) angeordnet. Die NF-Spannung wird über den Kondensator von 3  $\mu$ F am Anodenwiderstand abgenommen.

## 2.15 Regelbare NF-Pentode EF 83

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 200 mA

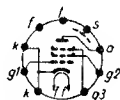


Betriebswerte			Grenzwerte		
$U_a$	250	V	$U_{a0}$	550	V
$U_{g2}$	50	V	$U_a$	300	V
$U_{g1}$	-1,6	V	$N_a$	1,0	W
$I_a$	4	mA	$U_{g2}$	300	V
$I_{g2}$	1,15	mA	$N_{g2}$	0,2	W
$S$	1,6	mA/V	$I_k$	6	mA
$R_i$	1,6	MOhm	$U_{f/k}$	100	V
$R_a$	100	kOhm	Kapazitäten		
$R_{g2}$	400	kOhm	$C_{\theta}$	4	pF
$R_{g1}$	3	MOhm	$C_a$	5	pF
$V$	105	fach	$C_{g/a}$	0,05	pF

Da bisher eine regelbare NF-Pentade in kling- und brumm- armer Ausführung fehlte, wurde aus der Röhre EF 86 (s. dort) die Röhre EF 83 entwickelt. An die Regeleigen- schaften einer NF-Röhre müssen besonders hohe Anforde- rungen gestellt werden, weil sich sonst ein zu hoher Klirr- faktor ergibt, der die Wiedergabequalität wesentlich ver- schlechert. Es mußte daher ein Kompromiß geschaffen werden zwischen Regelbarkeit, maximaler und minimaler Verstärkung sowie Klirrfaktor. Bei einer Ausgangs-Wechsel- spannung von etwa 8 V ist der Klirrfaktor ungefähr 3 Pro- zent. Der Verstärkungsfaktor ändert sich zwischen 105 und 16 bei einer Gittervorspannungsänderung von -1 V bis -20 V. Die regelbare NF-Pentade EF 83 kann zur Vor- wärtsregelung im Rundfunkempfänger verwendet werden, um zu verhindern, daß infolge Schwunderscheinungen am Lautsprecher Pegelschwankungen auftreten. Durch die auto- matische Lautstärkeregelung wird die eingestellte Laut- stärke weitestgehend konstant gehalten.

## 2.16 Steile Regelpentode EF 85

Heizspannung	6,3 V
Heizstrom	300 mA



Betriebswerte			Grenzwerte		
$U_a$	250	V	$U_{a0}$	550	V
$U_{g2}$	100	V	$U_a$	300	V

$U_{g1}$	-2	V	$N_a$	2,5	W
$I_a$	10	mA	$U_{g2}$	300	V
$I_{g2}$	2,5	mA	$N_{g2}$	0,65	W
$S$	6	mA/V	$I_k$	15	mA
$R_i$	500	kOhm	$U_{f/k}$	150	V
$R_k$	180	Ohm	Kapazitäten		
$R_{g2}$	80	kOhm	$C_e$	7,2	pF
$r_e$	3	kOhm	$C_a$	3,7	pF
$r_{\bar{a}}$	1,5	kOhm	$C_{g/a}$	0,008	pF

Die Röhre EF 85 ist eine steile, rauscharme Regelpentade für eine geregelte HF- oder ZF-Verstärkung in kombinierten AM/FM-Empfängern. Sie besitzt den gleichen Aufbau wie die Röhre EF 80. Die gleitende Schirmgitterspannung kann durch einen gemeinsamen Schirmgitter-Varwiderstand mit der Röhre ECH 81 oder durch einen eigenen Schirmgitter-Vorwiderstand erzeugt werden. Der Regelbereich ist 1 : 100. Die mittelsteile Regelpentade EF 89 hat heute die Röhre EF 85 fast verdrängt. Eine weitere Anwendung der Röhre EF 85 besteht in der Schaltung als rauscharme multiplikative oder additive Mischröhre in Verbindung mit einer Röhre EC 92 als Oszillatarröhre. Bei der additiven Mischung werden Eingangsspannung und Oszillatortension gemeinsam dem Steuergitter zugeführt. Soll eine multiplikative Mischung vorgenommen werden, so wird die Eingangsspannung dem Steuergitter und die Oszillatortension dem Bremsgitter zugeführt.

Eine Anwendung als ZF-Röhre in einem AM/FM-Empfänger zeigt Bild 32. Bei AM-Empfang ist die Röhre geregelt, während bei FM-Empfang die Regelleitung mit dem Schaltkontakt a kurzgeschlossen wird. Bei FM-Empfang erhält zur Unterstützung der Amplitudenbegrenzung das Bremsgitter eine negative Regelspannung vom Ratia-Detektor, die gleichzeitig zur Steuerung des magischen Auges herangezogen wird. Bei AM-Empfang liegt das magische Auge über dem Schaltkontakt b an der Regelleitung des AM-Kanals.





$R_a$	200	kOhm	$C_a$	5,2	pF
$\mu$	175		$C_{g/a}$	0,05	pF

Vor allem für die Eingangsschaltung von Niederfrequenzverstärkern wird eine brumm- und klingarme Pentode benötigt. Aus diesem Grund wurde die Röhre EF 86 entwickelt, die ein kurzes, robust aufgebautes Pentodensystem besitzt, das durch Erschütterungen oder akustische Beeinflussung kein Klingen erzeugt. Besonderer Wert wurde bei der Entwicklung auf die Brummfreiheit gelegt. Das Bremsgitter ist getrennt herausgeführt und die Abschirmung auf zwei Sockelstifte gelegt. Besondere Maßnahmen gegen Brumm- und Klingerscheinungen sind nicht erforderlich, wenn bei NF-Verstärkern die maximale Leistung mit einer Gitterwechselspannung von  $\geq 5$  mV erreicht wird. Der Gitterbleitwiderstand soll dabei  $\leq 1$  MOhm sein.

Bild 33 zeigt die Anwendung der Röhre EF 86 als RC-

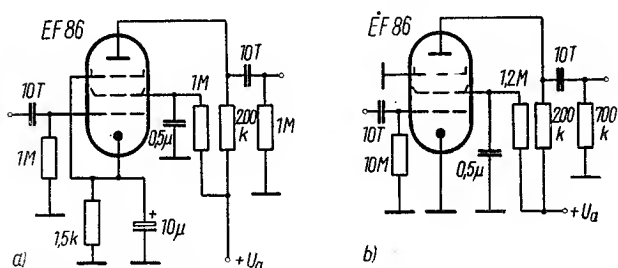


Bild 33. Schaltung der Röhre EF 86 als RC-gekoppelte NF-Röhre

- a) Gittervorspannung durch Katodenkombination  
b) Gittervorspannung durch Gitteranlaufstrom

gekoppelte NF-Vorverstärkerröhre. In Bild 33a wird die Gittervorspannung durch eine Katodenkombination erzeugt, während in Bild 33b die Gittervorspannung durch den Gitteranlaufstrom an einem hohen Gitterbleitwiderstand erzeugt wird. Mit den in Bild 33a angegebenen Werten der Schaltelemente erreicht man bei einer Anodenspannung

van 250 V einen Verstärkungsfaktor van etwa 175. Der Klirrfaktor liegt bei kleiner Aussteuerung unter 1 Prozent. Die Schaltung noch Bild 33 b ergibt unter den gleichen Bedingungen einen Verstärkungsfaktor von etwa 190.

Die Röhre EF 86 wird var ollem als Mikrafon-Varverstärker-röhre eingesetzt. Bild 34 zeigt die Eingangsschaltung für

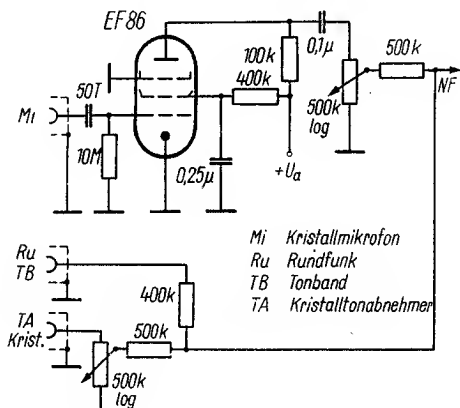


Bild 34. 3-Kanal-Misch-Vorverstärkerstufe (Philips)

einen Mischverstärker. Für den Mikrafonkanal wird die Röhre EF 86 als Varverstärker verwendet. Die Gittervarspannung wird durch den Anlaufstrom erzeugt. Eine Regelung der Lautstärke der Mikrafonübertragung erfolgt nach der Verstärkerstufe durch den Regler 500 kOhm. Für einen Plattenspieler mit Kristalltonorm ist ein weiterer, regelbarer Eingang vorhanden. Der dritte Kanal dient für den Anschluß entweder des Rundfunkempfängers ader eines Tanbandgerätes. In diesem Fall wird die Lautstärke an den Tanspannungsquellen selbst geregelt.

In Bild 35 wird die Schaltung für einen kleinen HiFi-Verstärker für eine Ausgangsleistung van etwa 3 W gezeigt. Als Besonderheit arbeitet hier die Röhre EF 86 in der

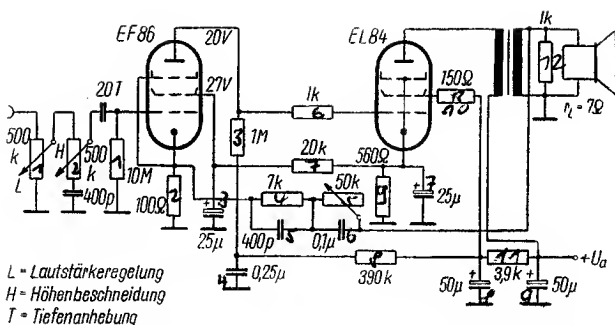


Bild 35. 3-W-HiFi-Verstärker mit Röhre EF 86 als direkt gekoppelter, stromormer Pentode (Philips)

„stromarmen“ Schaltung, die eine zwei- bis dreimal so große Verstärkung ergibt, wie sie in normaler Schaltung erzielt wird. Diese Schaltungsart ist gekennzeichnet durch die Gleichstromkapplung zwischen Vorröhre und Endröhre, den hohen Außenwiderstand der Vorröhre und die Abnahme der Schirmgittervorspannung der Vorröhre von der Katode der Endröhre. Bei Nullstellung der Klangregler besitzt der Frequenzbereich von 20 Hz bis 40 kHz einen maximalen Abfall von 1 dB. Die Höhenbeschneidung erfolgt im Eingang und besitzt im Endzustand 20 dB Abfall bei 10 kHz. Die Tiefenanhebung erfolgt durch eine frequenzabhängige Gegenkopplung von der Sekundärseite des Ausgangstrafas zur Katode der Vorröhre, sie besitzt eine maximale Anhebung von 15 dB bei 70 Hz.

## 2.18 Mittelsteile Regelpentode EF 89

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 200 mA



### Betriebswerte

$U_a$	250	V
$U_{g2}$	100	V
$U_{g1}$	-2	V

### Grenzwerte

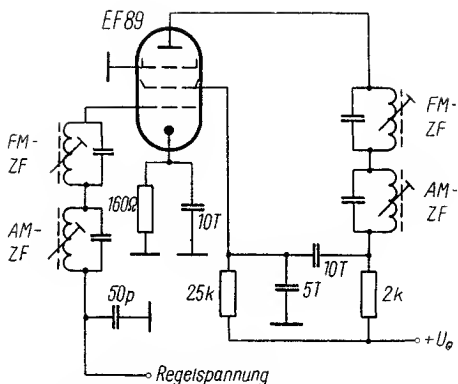
$U_{a0}$	550	V
$U_a$	300	V
$N_a$	2,25	W

$I_a$	9	mA	$U_{g2}$	300	V
$I_{g2}$	3	mA	$N_{g2}$	0,45	W
$S$	3,6	mA/V	$I_k$	16,5	mA
$R_i$	1	MOhm	$U_{f/k}$	100	V
$R_k$	160	Ohm	Kapazitäten		
$D_2$	5,3	Präzent	$C_e$	5,5	pF
$r_e$	3,75	kOhm	$C_a$	5,1	pF
$r_{\bar{a}}$	4,2	kOhm	$C_{g/a}$	0,003	pF

Die Röhre EF 89 wird heute ausschließlich an Stelle der Röhre EF 85 verwendet, da sie infolge der geringen Gitter-Anodenkapazität nicht so leicht zur Selbsterregung neigt. Durch ein günstiges S/C-Verhältnis erreicht man trotz der geringen Steilheit der Röhre EF 89 eine ebenso hohe Verstärkung wie mit der Röhre EF 85. Höhere Verstärkungen sind nur durch eine Neutralisation zu erreichen, die immer ihre Tücken hat. Die Röhre EF 89 hat ein getrennt herausgeführtes Bremsgitter, und die Abschirmung ist an zwei Sockelstiften herausgeführt. Die mittelsteile Regelpentade EF 89 kann in HF- und ZF-Verstärkerstufen eingesetzt werden. Wird sie als NF-Röhre geschaltet, so muß man sie unregelt verwenden, da bei einer Regelung der Klirrfaktor infolge der für NF-Zwecke ungeeigneten Regelkennlinie unzulässig groß wird.

Eine AM/FM-ZF-Stufe zeigt Bild 36. Bei AM-Empfang wird die Röhre EF 89 geregelt. Eine einfache Neutralisation erfolgt durch den kapazitiven Spannungsteiler 10 TpF/5 TpF. Soll die Röhre EF 89 als letzte ZF-Röhre zur Amplitudenbegrenzung eingesetzt werden, so wird die Schirmgitterspannung herabgesetzt und die Röhre ohne Katodenkombination betrieben.

Die HF-Vorstufe eines KW-Empfängers zeigt Bild 37. Über den Gitterableitwiderstand von 1 MOhm wird zur automatischen Regelung die Regelspannung zugeführt. Mit dem Regler 10 kOhm kann die Verstärkung der HF-Vorstufe variiert werden. Den Außenwiderstand der HF-Röhre bildet der auf die Eingangsfrequenz abgestimmte Zwischenkreis, auf den die Misch-Oszillator-Stufe mit der Röhre ECH 81 folgt.



**Bild 36. AM/FM-ZF-Stufe mit der Regelpentode EF 89 („Olympia 571 W“  
VEB Sochsenwerk Niedersiedlitz)**

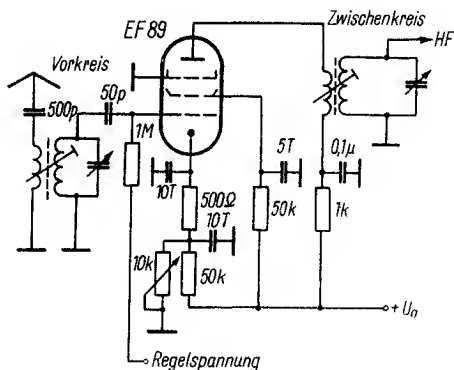


Bild 37. HF-Vorstufe mit Regelpentode EF 89 für einen KW-Empfänger

Auch zur additiven Mischung kann die Röhre EF 89 eingesetzt werden. Bild 38 zeigt eine derartige Mischschaltung, bei der als Oszillatarröhre eine Triade EC 92 verwendet wird. Die Oszillatorschaltung schwingt in ECO-Rückkopplung.

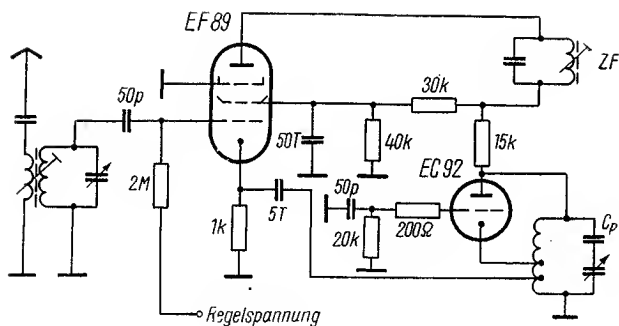


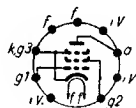
Bild 38. Schaltung der Röhre EF 89 als additive Mischstufe

Die Oszillatorspannung wird in die Katode eingespeist, während die Eingangsspannung dem Steuergitter zugeführt wird. Im KW-Bereich ist zur Verhinderung der Frequenzverwerfung des Oszillators eine Pufferstufe zu empfehlen. Die Schaltung arbeitet sehr rauscharm und ist im Aufbau unkritisch.

## 2.19 Endpentode EL 84

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 760 mA



### Betriebswerte

$U_a$	250 V
$U_{g2}$	250 V
$U_{g1}$	-7,5 V
$I_a$	48 mA
$I_{g2}$	5,5 mA
$S$	11 mA/V
$R_i$	30 kOhm
$R_a$	5,5 kOhm
$N_{spr}$	5,3 W
$R_k$	140 Ohm
$U_{g \sim}$	4,3 V

### Grenzwerte

$U_{ao}$	550 V
$U_a$	300 V
$N_a$	12 W
$U_{g2}$	300 V
$N_{g2}$	1,5 W
$I_k$	75 mA
$U_{f/k}$	50 V

### Kapazitäten

$C_e$	11 pF
$C_a$	6 pF
$C_{g/a}$	0,7 pF

Bild 39 zeigt den vereinfachten NF-Teil des UKW-Empfängers

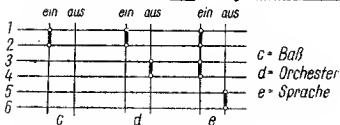
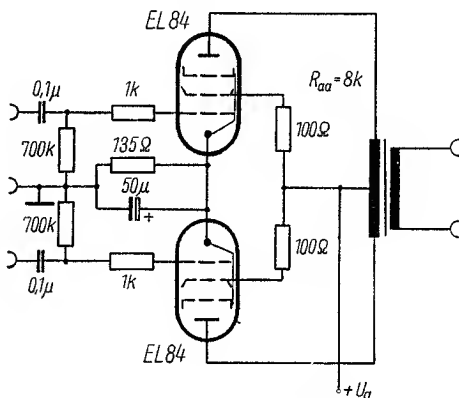


Bild 39. Vereinfachter NF-Teil des UKW-Empfängers 'Rema „Tenar II“



Eine Gegentaktschaltung mit zwei Röhren EL 84 in AB-Betrieb zeigt Bild 40. Zur Vermeidung von UKW-Störschwingungen



**Bild 40. Gegentaktschaltung mit zwei Röhren EL 84 in AB-Betrieb, Nutzleistung etwa 10 W**

sind vor den Steuergittern und den Schirmgittern Schutz-  
widerstände ungeordnet. Die Erzeugung der Gittervorspon-

nung erfolgt durch einen gemeinsamen Katodenwiderstand. Vor der Gegentaktschaltung wird eine Phasenumkehr röhre angeordnet.

Die oft wegen ihrer Verzüge verwendete Gegentaktschaltung in Ultra-Linear-Schaltung zeigt Bild 41. Bei dieser Schaltungs-

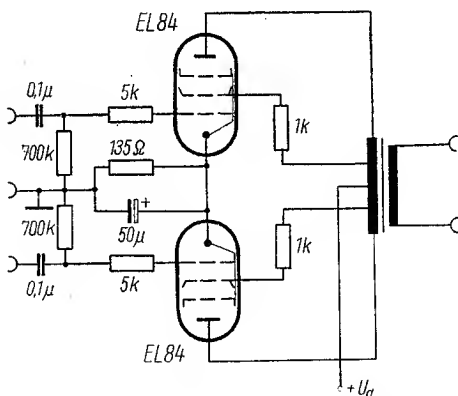


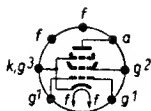
Bild 41. Gegentaktschaltung mit zwei Röhren EL 84 in Ultra-Linear-Schaltung

art liegen die beiden Schirmgitter jeweils an einer Anzapfung der Primärspule des Ausgangstransformators, während die Anodenspannung in der Spulenmitte zugeführt wird. Es tritt eine Schirmgitter-Gegenkapplung auf, die den Pentoden-Endstufen Triadeneigenschaften verleiht. Dadurch treten bei einem hohen Wirkungsgrad geringe Verzerrungen und ein kleinerer Innenwiderstand auf. Die Nutzleistung geht jedoch entsprechend dem Anzapfungsverhältnis zurück. Als günstig hat sich eine Anzapfung bei 20 Prozent der Wicklung erwiesen. Die Nutzleistung geht um etwa 20 Prozent zurück, der Klirrfaktor aber um 40 bis 50 Prozent.

## 2.20 Endpentode EL 95

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 200 mA



Betriebswerte		Grenzwerte	
$U_a$	250 V	$U_{a0}$	550 V
$U_{g2}$	250 V	$U_a$	300 V
$U_{g1}$	-9 V	$N_a$	6 W
$I_a$	24 mA	$U_{g2}$	300 V
$I_{g2}$	4,5 mA	$N_{g2}$	1,25 W
$S$	5 mA/V	$I_k$	35 mA
$R_i$	80 kOhm	$U_{f/k}$	100 V
$R_a$	10 kOhm	Kapazitäten	
$N_{spr}$	3 W	$C_e$	5,3 pF
$R_k$	320 Ohm	$C_a$	3 pF
$U_g \sim$	5 V	$C_{g/a}$	0,4 pF

Für viele Fälle, vor allem bei kleineren Rundfunkempfängern, ist die Nutzleistung der Röhre EL 84 zu groß. Es genügt, dafür eine Endpentode mit geringerer Leistung und sparsamem Stromverbrauch zu verwenden. Für dieses Anwendungsgebiet wurde die Röhre EL 95 geschaffen. Die Röhre EL 95 ist eine Miniaturröhre mit Preßglassackel und nur sieben Sackelstiften. Das Bremsgitter ist innerhalb des Röhrenkolbens mit der Katode verbunden. Bei einer Heizspannung von 6,3 V beträgt der Heizstrom nur 200 mA. In Eintaktschaltung gibt sie etwa 3 W Nutzleistung ab. Die Anodenverlustleistung beträgt 6 W. In einer Gegentaktschaltung in AB-Betrieb läßt sich bei einer Anodenspannung von 250 V eine Nutzleistung von 7 W erreichen.

Bild 42 zeigt die Anwendung der Röhre EL 95 als Endstufe eines NF-Verstärkers. Die Schaltung weist keine Besonderheiten auf. Durch den sparsamen Stromverbrauch ist die Röhre EL 95 vor allem geeignet für Tanbandgeräte, Autasuper, transportable Kleinverstärker und Zweitempfänger.

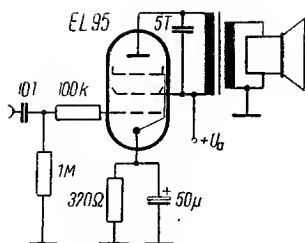
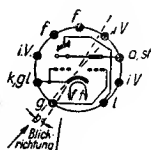


Bild 42. NF-Endverstärker in Eintaktschaltung mit der Röhre EL 95

## 2.21 Abstimmanzeigeröhre EM 80

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 300 mA



Betriebswerte				Grenzwerte	
$U_a$	250	V		$U_{a0}$	550 V
$U_l$	250	V		$U_a$	300 V
$R_a$	0,5	MOhm		$N_a$	0,2 W
$R_g$	3	MOhm		$R_g$	3 MOhm
$U_g$	0 bis 18	V		$I_k$	4 mA
$I_a$	0,4 bis 0,05	mA		$U_{max}$	300 V
$I_l$	0,85 bis 1,6	mA		$U_{min}$	150 V
$\alpha^*)$	5 bis 53	°		$U_{I/k}$	100 V

Die Abstimmanzeigeröhre EM 80 ist auch unter dem Namen „magischer Fächer“ bekanntgeworden. Sie dient zur Abstimm- anzeige in Rundfunkempfängern oder zur Aussteuerungs- anzeige in Tonbandgeräten und in Meßgeräten. Die Röhre EM 80 ist eine Miniaturröhre mit neun Sockelstiften. Sie be- steht aus einem Trioden- und einem Anzeigesystem. Die Anode der Triode ist mit zwei Stegen verbunden, die zur Steuerung des Anzeigesystems dienen. Der muschelförmige Leuchtschirm steht senkrecht. Zur Verringerung des Leucht- schirmstromes ist ein mit der Katode verbundenes Raum-

\*) Leuchtwinkel

ladegitter eingebaut. Mit Hilfe des eingebauten Trioden-systems wird das Anzeigesystem gesteuert. Die zwei Stege des Anzeigesystems werfen je nach der negativen Vorspannung (Regelspannung) des Triodengitters zwei entsprechend breite Schattenwinkel auf den Leuchtschirm. Je größer die negative Vorspannung ist, um so kleiner werden die beiden Schattenwinkel und um so größer der dazwischenliegende Leuchtwinkel (siehe Bild 43).

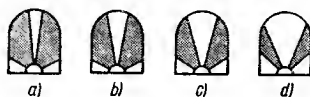


Bild 43. Stellung der Schattenwinkel bei verschiedenen Sender-Feldstärken; a) kein Sender, b) schwacher Fernsender, c) starker Fernsender, d) Ortssender

Die Schaltung der Abstimmmanzeigeröhre für AM- bzw. FM-Empfang zeigt Bild 44. Bei FM-Empfang wird die Regel-

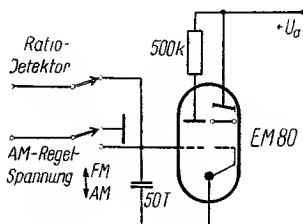
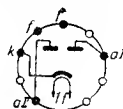


Bild 44. Abstimmmanzeige für AM- bzw. FM-Empfang mit der Röhre EM 80

leitung geerdet und vom Verhältnissgleichrichter, vom negativen Ende des Elkas, die Steuerspannung entnommen. Bei AM-Empfang liegt das Triadengitter an der Regelleitung.

## 2.22 Zweiweg-Gleichrichterröhre EZ 80

Heizspannung 6,3 V  
Heizstrom 600 mA



Betriebswerte		Grenzwerte	
$U_{Tr}$	2 · 300 V	$U_{Tr}$	2 · 350 V
$I =$	90 mA	$I =$	90 mA
$U =$	310 V	$I_{max}$	270 mA
$C_{max}$	50 $\mu F$	$U_{f/k}$	500 V

Die Zweiweg-Gleichrichterröhre EZ 80 ist eine Minioturröhre mit neun Sockelstiften. Da die maximal zulässige Strombelastung 90 mA beträgt, genügt die Röhre EZ 80 zur Deckung des Strombedarfs eines größeren AM/FM-Empfängers mit der Röhre EL 84 in der Endstufe. Zwischen Heizföden und Kotode ist eine Spitzenspannung von 500 V zulässig, so daß die Röhre EZ 80 mit den Heizfäden der Empföngerröhren on einer Heizwicklung liegen kann. Durch die Anheizzeit des indirekt geheizten Katodensystems wird der Lodekondensator langsam aufgeladen, und es genügt deshalb ein Elektrolytkondensator für 400/450 V.

Bild 45 zeigt eine Zweiweg-Gleichrichterschaltung mit der Röhre EZ 80.

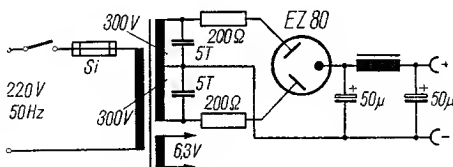
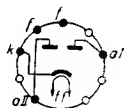


Bild 45. Zweiweg-Gleichrichterschaltung mit Röhre EZ 80

## 2.23 Zweiweg-Gleichrichterröhre EZ 81

Heizspannung 6,3 V

Heizstrom 1,0 A



Betriebswerte		Grenzwerte	
$U_{Tr}$	2 · 300 V	$U_{Tr}$	2 · 350 V
$I =$	150 mA	$I =$	150 mA
$U =$	293 V	$I_{max}$	450 mA
$C_{max}$	50 $\mu F$	$U_{f/k}$	500 V

Die Zweiweg-Gleichrichterröhre EZ 81 ist in gleicher Weise aufgebaut wie die Röhre EZ 80, es gilt daher das bereits in Abschnitt 2.22 Gesagte. Bei einer Strömtenahme von maximol 150 mA ist die Röhre EZ 81 für Geräte mit höherem Strombedarf geeignet, wie Gegentoktverstärker oder Fernsehempfänger.

### 3. ALLSTROMRÖHREN

Für die meisten Allstromröhren gelten die gleichen Röhrendoten, wie sie für die gleichen Röhrentypen der Wechselstromröhren bereits ongegeben wurden. Lediglich die Allstromröhren UL 84, UY 82 und UY 85 weisen ondere Doten ouf. Außerdem besitzen die Allstromröhren notürlich andere Heizdoten. Do für olle Allstromröhren der Minioturserie der Heizstrom einheitlich mit 100 mA festgelegt ist (U-Serie), gibt die folgende Tobelle für die einzelnen Röhrentypen nur die Heizspannung on.

**Tabelle der Heizspannungen der Allstromröhren**

Röhrentyp	Heizspannung in Volt	Röhrentyp	Heizspannung in Volt
UABC 80	28,5	UF 80	19
UBF 80	19	UF 85	19
UBF 89	19	UF 89	12,6
UC 92	8,7	UL 84	45
UCC 85	23,5	UM 80	18
UCH 81	19	UY 82	55
UCL 81	38	UY 85	38
UCL 82	50		

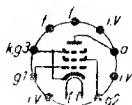
Um auch bei Allstrombetrieb mit der Röhre UL 84 die gleichen Leistungen wie mit der Röhre EL 84 zu erzielen, ober bei einer Anodenspannung von 170 V, mußte die Allstromousführung konstruktiv geöndert werden. Für den Betrieb mit niedriger Anodenspannung mußte der Schirmgitterdurchgriff gegenüber der Röhre EL 84 wesentlich ver-

größert werden. Daraus resultieren andere Röhrendaten für die UL 84. Um auch für Wechselstromschaltungen eine Röhre für niedrige Anodenspannung (170 V) zur Verfügung zu haben, wurde das Röhrensystem der UL 84 mit einem Heizsystem für 6,3 V versehen. Diese Röhre bezeichnete man als EL 86, sie besitzt also die gleichen Röhrendaten wie die Röhre UL 84.

### Endpentode UL 84

Heizspannung 45 V

Heizstrom 100 mA



#### Betriebswerte

$U_n$	170 V
$U_{g2}$	170 V
$U_{g1}$	-12,5 V
$I_n$	70 mA
$I_{g2}$	5 mA
$S$	10 mA/V
$R_i$	23 kOhm
$R_a$	2,4 kOhm
$N_{spr}$	5,6 W
$R_k$	170 Ohm
$U_g \sim$	7 V

#### Grenzwerte

$U_{ao}$	550 V
$U_n$	250 V
$N_n$	12 W
$U_{g2}$	200 V
$N_{g2}$	1,8 W
$I_k$	100 mA
$U_{t/k}$	200 V

#### Kapazitäten

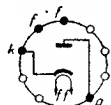
$C_e$	12 pF
$C_a$	6 pF
$C_{g/a}$	0,6 pF

Bei Allstrom-Netzteilen wendet man die Einweg-Gleichrichterschaltung an. Für diese Zwecke wurden die Einweg-Gleichrichterröhren UY 82 und UY 85 als Miniaturröhren mit neun Sockelstiften entwickelt. Auch diese beiden Röhrentypen besitzen eine indirekt geheizte Katode. Während die Einweg-Gleichrichterröhre UY 82 einen maximalen Gleichstrom von 180 mA zuläßt, kann die Röhre UY 85 nur mit einem Gleichstrom von maximal 110 mA belastet werden.

### Einweg-Gleichrichter UY 82

Heizspannung 60 V

Heizstrom 100 mA

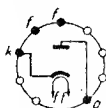




Betriebswerte		Grenzwerte	
$U_{Tr}$	220 V	$U_{Tr}$	250 V
$I =$	180 mA	$I =$	180 mA
$U =$	195 V	$I_{max}$	1100 mA
$C_{max}$	60 $\mu F$	$U_{f/k}$	220 V

### Einweg-Gleichrichterröhre UY 85

Heizspannung	38 V
Heizstrom	100 mA



Betriebswerte		Grenzwerte	
$U_{Tr}$	220 V	$U_{Tr}$	250 V
$I =$	110 mA	$I =$	110 mA
$U =$	215 V	$I_{max}$	660 mA
$C_{max}$	100 $\mu F$	$U_{f/k}$	220 V

## 4. KOMPLETTE SCHALTUNGEN MIT MINIATURRÖHREN

### 4.1 Geradeausempfänger für Allstrom (Bild 46)

Für den Geradeausempfänger in Allstromausführung wird die Röhre UCL 82 und der Einkreispulensatz ES 2 von Görler verwendet. Damit besitzt der Empfänger folgende Wellenbereiche:

K I	12 bis 26 m
K II	22 bis 52 m
M	190 bis 600 m
L	1000 bis 2000 m

Durch die KW-Spreizung ergibt sich eine fühlbare Erleichterung beim Einstellen eines Senders im KW-Bereich. Die Rückkopplung wird mit dem Differential-Hartpapierdrehkondensator  $2 \cdot 200$  pF geregelt. Als Abstimm-drehkondensator wird eine normale Ausführung von 500 pF verwendet. Da getrennte Katoden vorhanden sind, wird die Gittervorspannung für die Endpentade durch einen Katodenwiderstand erzeugt. Im Heizkreis liegt zur Stabilisierung ein

Heißeiter. Soll eine zusätzliche Lautstärkeregelung durchgeführt werden, so muß der Gitterableitwiderstand 1 MOhm durch ein Potentiometer ersetzt werden.

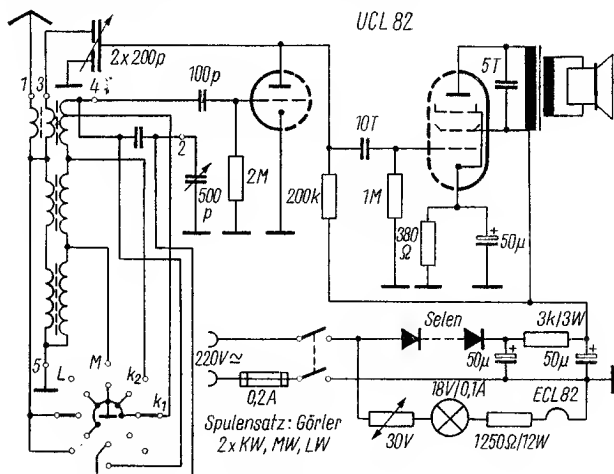


Bild 46. Schaltung eines Einkreis-Empfängers für Allstrom

## 4.2 Kleinsuper für Allstrom (Bild 47)

Der 6-Kreis-Super „Minarette“ ist ein in gedruckter Schaltungstechnik ausgeführter Allstrom-Kleinsuper für den Mittelwellenbereich. Misch- und Oszillatorstufe werden kapazitiv abgestimmt. Zur Verbesserung der Trennschärfe enthalten beide Bandfilter eine Kopplungswicklung. Die Demodulation und die Regelspannungserzeugung erfolgen durch eine Diode gemeinsam. Für den zweistufigen NF-Verstärker wurde die Verbundröhre UCL 81 verwendet. Ein Teil der Primärwicklung des Ausgangstransformators wurde zur Siebung der Gleichspannung herangezogen. Die Gittervorspannung des Endpentodensystems wird halbautomatisch erzeugt. Der vom VEB Funkwerk Dresden hergestellte Kleinsuper kann nur mit einer Netzspannung von 220 V betrieben werden.

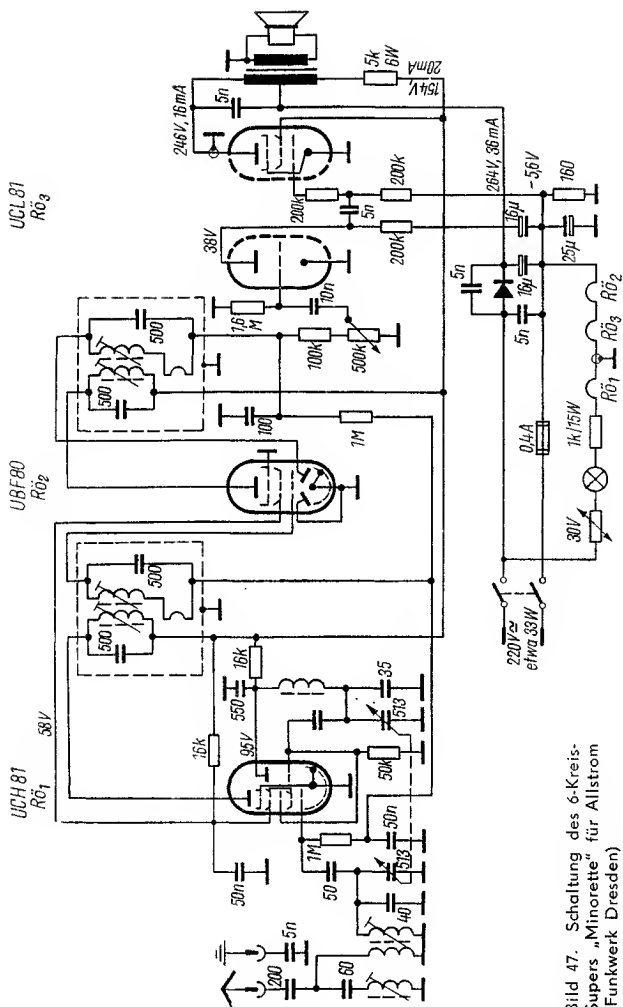
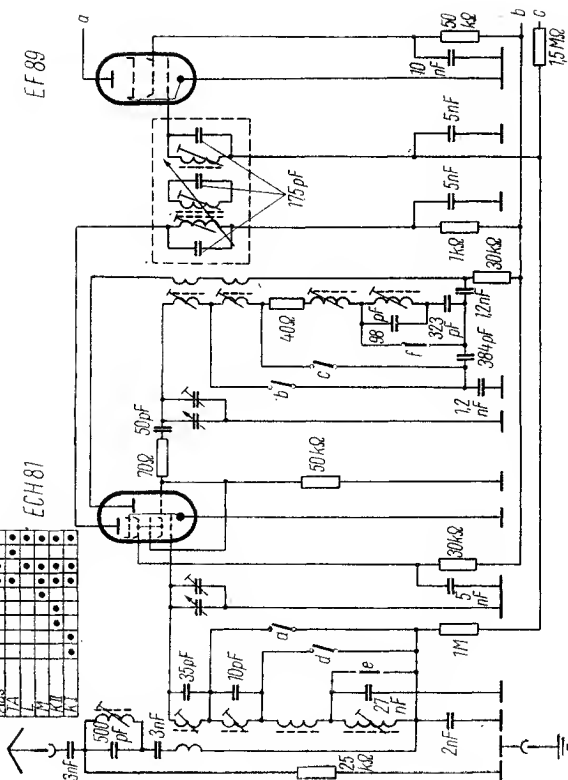


Bild 47. Schaltung des 6-Kreis-Supers „Minorette“ für Allstrom (Funkwerk Dresden)

Bereich	Kontakte															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
4us																
7A																
L																
M																
KII																
KI																





#### **4.3 AM-Mittelsuper für Wechselstrom (Bild 48 s. S. 74 und 75)**

Diese Schaltung stellt ein Exportmodell des VEB Sachsenwerk Niedersiedlitz für den Empfang von AM-Sendungen dar. Der Mittelsuper ist ausgelegt für den Empfang in zwei KW-Bändern, im Mittelwellen- und Langwellenbereich. Zwei regelbare Bandfilter, davon das erste mit drei Kreisen, erfüllen alle Ansprüche an die Empfindlichkeit. Demodulation und Regelspannungserzeugung erfolgen durch getrennte Diaden. Neben gehör richtiger Lautstärkeregelung besitzt das Gerät getrennte Höhen- und Tiefenregelung, magisches Auge, Hoch- und Tiefanlautsprecher sowie Diodenanschluß für Magnettongeräte.

#### **4.4 FM-Super für Wechselstrom (Bild 49)**

Grundlage dieser Schaltung für einen 11-Kreis-UKW-Super ist der UKW-Spulensatz SSp 223 von G. Neumann. Der fertig abgegliche UKW-Eingangsteil ist mit der Röhre ECC 85 bestückt. Die Abstimmung erfolgt induktiv. Der ZF-Verstärker ( $ZF = 10,7 \text{ MHz}$ ) ist dreistufig ausgeführt und durch die Kapazitäten  $5 \text{ TpF}/3 \text{ TpF}$  neutralisiert. Eine Begrenzerwirkung wird durch die am Gitterkreis liegenden RC-Kombinationen ( $100 \text{ k}\Omega/100 \text{ pF}$ ) erreicht. Als FM-Demodulator wird ein Verhältnisleichter verwendet. Zur Abstimmmanzeige dient die Abstimmmanzeigeröhre EM 80, die ihre Steuerspannung vom Minuspol des  $4\text{-}\mu\text{F}$ -Elkas erhält. Für die NF-Verstärkung wird der Triadenteil der Röhre EABC 80 und die Endpentade EL 84 verwendet. Im Gegenkopplungskanal zwischen den Anoden der beiden NF-Röhren liegt ein Klangregelglied. Der Netzteil weist keine Besonderheiten auf.

#### **4.5 AM/FM-Mittelsuper für Wechselstrom (Bild 50)**

Der kombinierte Mittelsuper „Patsdam“ des VEB Stern-Radio Berlin besitzt sechs Kreise bei AM und neun Kreise bei FM. Die Wellenbereiche MW, LW und UKW werden induktiv abgestimmt. Die UKW-Eingangsröhre arbeitet in Zwischenbasisschaltung. Im UKW-Bereich wird das Hep-









tadensystem der Röhre ECH 81 als erste ZF-Röhre verwendet. Die Röhre EF 89 arbeitet wahlweise als AM- oder FM-ZF-Röhre. Die FM-Demodulation erfolgt durch einen Verhältnisleichter. Der NF-Verstärker ist zweistufig ausgeführt. Ein Tonblendenregler erlaubt eine Änderung der Klangwiedergabe. Vom Ausgangsübertrager führt eine frequenzabhängige Gegenkopplung zum Fußpunkt des Lautstärkereglers. Als Besonderheiten besitzt der Mittelsuper „Potsdam“ ein magisches Auge und einen Diadenanschluß für Magnetgeräte.

#### 4.6 HiFi-Verstärker für Wechselstrom (Bild 51)

Der in der Schaltung gezeigte HiFi-Verstärker besitzt eine Ausgangsleistung von etwa 5 W. Im Eingang liegt der Lautstärkereglер. Auf das erste Triadensystem folgt das Klangregelglied für getrennte Höhen- und Tiefenregelung. Als Endpentode wird die Röhre EL 84 verwendet. Von der Sekundärseite des Ausgangstransformators erfolgt eine

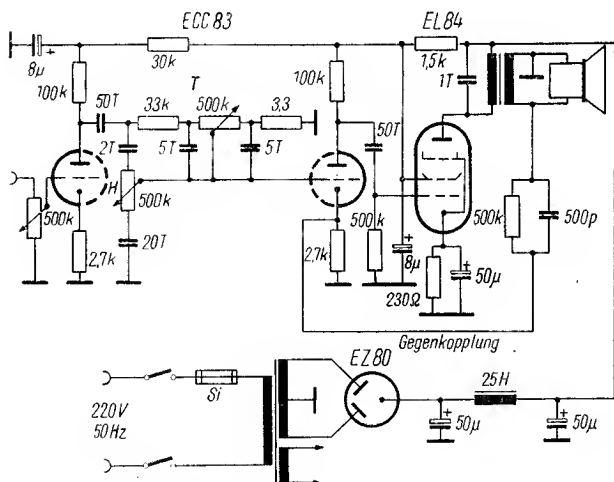


Bild 51. HiFi-Verstärker für 5 W Ausgangsleistung

Gegenkopplung in die Katode des zweiten Triadensystems. Besonderer Wert wird auf eine gute Siebung der benötigten Gleichspannung gelegt.

## 5. KURZZEICHEN DER RÖHRENDATEN UND IHRE BEDEUTUNG

Die in den Röhrendaten bei den einzelnen Röhrentypen angegebenen Kurzbezeichnungen haben folgende Bedeutung:

### Betriebswerte

D	Durchgriff	$R_k$	Katadenwiderstand
$D_2$	Schirmgitterdurchgriff	$r_{\bar{a}}$	äquivalenter Rauschwiderstand
$F_1$	Rauschzahl	$r_e$	Eingangswiderstand
$I_{\bar{a}}$	Anadenstram	S	Steilheit
$I_D$	Diodengleichstram	$S_e$	Mischsteilheit
$I_g$	Gitterstram	$S_{eff}$	effektive Steilheit
$I_{g2}$	Schirmgitterstram	$U_{\bar{a}}$	Anadenspannung
$I_l$	Leuchtschirmstram	$U_D$	Diadenspannung
$I =$	gleichgerichteter Stram	$U_{g1}$	Gittervorspannung
k	Klirrfaktor	$U_{g2}$	Schirmgitterspannung
$N_{spr}$	Sprechleistung	$U_g \sim$	Gitterwechselspannung
$R_{\bar{a}}$	Außenwiderstand (Eintakt)	$U_l$	Leuchtschirmspannung
$R_{\bar{a}\bar{a}}$	Außenwiderstand (Gegentakt)	$U_{osz}$	Oszillatorwechselspannung
$R_g$	Gitterableitwiderstand	$U_{Tr}$	Trafaspaltung
$R_{g2}$	Schirmgittervarwiderstand	$U =$	Gleichspannung
$R_i$	Innenwiderstand	V	Verstärkung
		$\alpha$	Leuchtwinkel
		$\mu$	Verstärkungsfaktor

## Grenzwerte

$I_{D\ max}$	mittlerer Gleichstrom	$U_a$	Anadenspannung
$I_k$	Katadenstrom	$U_{a0}$	Anaden-
$I_{max}$	Anadenspitzenstrom		kaltspannung
$I =$	Gleichstrom	$U_{f/k}$	Spannung zwischen
$i_{max}$	Diadenspitzenstrom		Faden und Katade
$N_a$	Anadenbelastung	$U_{g2}$	Schirmgitter-
$N_{g2}$	Schirmgitter-		spannung
	belastung	$U_{l\ max}$	maximale Leucht-
$R_g$	Gitterableit-		schirmspannung
	widerstand	$U_{l\ min}$	minimale Leucht-
$R_{f/k}$	Außenwiderstand		schirmspannung
	zwischen Faden	$U_{sperr}$	Sperrspannung
	und Katode	$U_{Tr}$	Trafaspannung

## Kapazitäten

$C_a$	Ausgangskapazität	$C_{g/k}$	Gitter-Kataden-
$C_e$	Eingangskapazität		Kapazität
$C_{g/a}$	Gitter-Anaden-	$C_{max}$	maximaler Lade-
	Kapazität		kandensator

## Elektrodenanschlüsse

a	Anade	i. V.	innere
d	Diadenanade		Verbindungen
f	Heizfaden	k	Katade
$f_M$	Heizfaden-Mitte	l	Leuchtschirm
g	Steuergitter	s	Abschirmung
	(Triade)		im Innern der Röhre
$g_1$	Steuergitter	St	Steuerstege
	(Mehrgitterröhren)	H	Heptade
$g_2$	Schirmgitter	P	Pentade
$g_3$	Bremsgitter	T	Triade
$g_l$	Gitter des Leucht-	I	erstes System
	systems	II	zweites System

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<b>Einleitung</b> . . . . .	7
1.1 Entwicklung der Minioturröhren . . . . .	7
1.2 Röhren für Parallelheizung (Wechselstromröhren)	11
1.3 Röhren für Serienheizung (Allstromröhren) . . .	13
1.4 Benutzung von Röhrentabellen . . . . .	15
<b>Anwendung der Wechselstromröhren</b> . . . . .	16
2.01 <b>EABC 80</b> – Dreifachdiode-Triode . . . . .	16
2.02 <b>EBF 80</b> – Duodiode-Regelpentode . . . . .	19
2.03 <b>EBF 89</b> – Duodiode-Regelpentode . . . . .	23
2.04 <b>EC 92</b> – HF-Triode . . . . .	25
2.05 <b>ECC 81</b> – Doppeltriode mit getrennten Kotoden . . . . .	27
2.06 <b>ECC 82</b> – Doppeltriode mit getrennten Kotoden . . . . .	30
2.07 <b>ECC 83</b> – brumm- und klingorme Doppeltriode . . . . .	33
2.08 <b>ECC 84</b> – steile Doppeltriode für Kaskode-Schaltung . . . . .	36
2.09 <b>ECC 85</b> – HF-Doppeltriode . . . . .	37
2.10 <b>ECF 82</b> – steile Triode-Pentode . . . . .	41
2.11 <b>ECH 81</b> – Triode-Heptode . . . . .	42
2.12 <b>ECL 81</b> – Triode-Endpentode . . . . .	45
2.13 <b>ECL 82</b> – Triode-Endpentode . . . . .	48
2.14 <b>EF 80</b> – steile HF-Pentode . . . . .	50
2.15 <b>EF 83</b> – regelbare NF-Pentode . . . . .	52
2.16 <b>EF 85</b> – steile Regelpentode . . . . .	53
2.17 <b>EF 86</b> – brumm- und klingorme NF-Pentode . . . . .	55
2.18 <b>EF 89</b> – mittelsteile Regelpentode . . . . .	58
2.19 <b>EL 84</b> – Endpentode . . . . .	61
2.20 <b>EL 95</b> – Endpentode . . . . .	65
2.21 <b>EM 80</b> – Abstimmmonzeigeröhre . . . . .	66
2.22 <b>EZ 80</b> – Zweiweg-Gleichrichterröhre . . . . .	67
2.23 <b>EZ 81</b> – Zweiweg-Gleichrichterröhre . . . . .	68

<b>3. Allstromröhren</b>	<b>Seite</b>
UABC 80 – UBF 80 – UBF 89 – UC 92 – UCC 85 – UCH 81 – UCL 81 – UCL 82 – UF 80 – UF 85 – UF 89 – UL 84 – UM 80 – UY 82 – UY 85 . . .	69
<b>4. Komplette Schaltungen mit Miniaturröhren . . . .</b>	<b>71</b>
4.1 Geradeausempfänger für Allstram . . . . .	71
4.2 Kleinsuper für Allstram . . . . .	72
4.3 AM-Mittelsuper für Wechselstrom . . . . .	76
4.4 FM-Super für Wechselstrom . . . . .	76
4.5 AM/FM-Mittelsuper für Wechselstrom . . . . .	76
4.6 HiFi-Verstärker für Wechselstrom . . . . .	80
<b>5. Kurzzeichen der Röhrendaten und ihre Bedeutung .</b>	<b>81</b>



Preis 1,90 DM